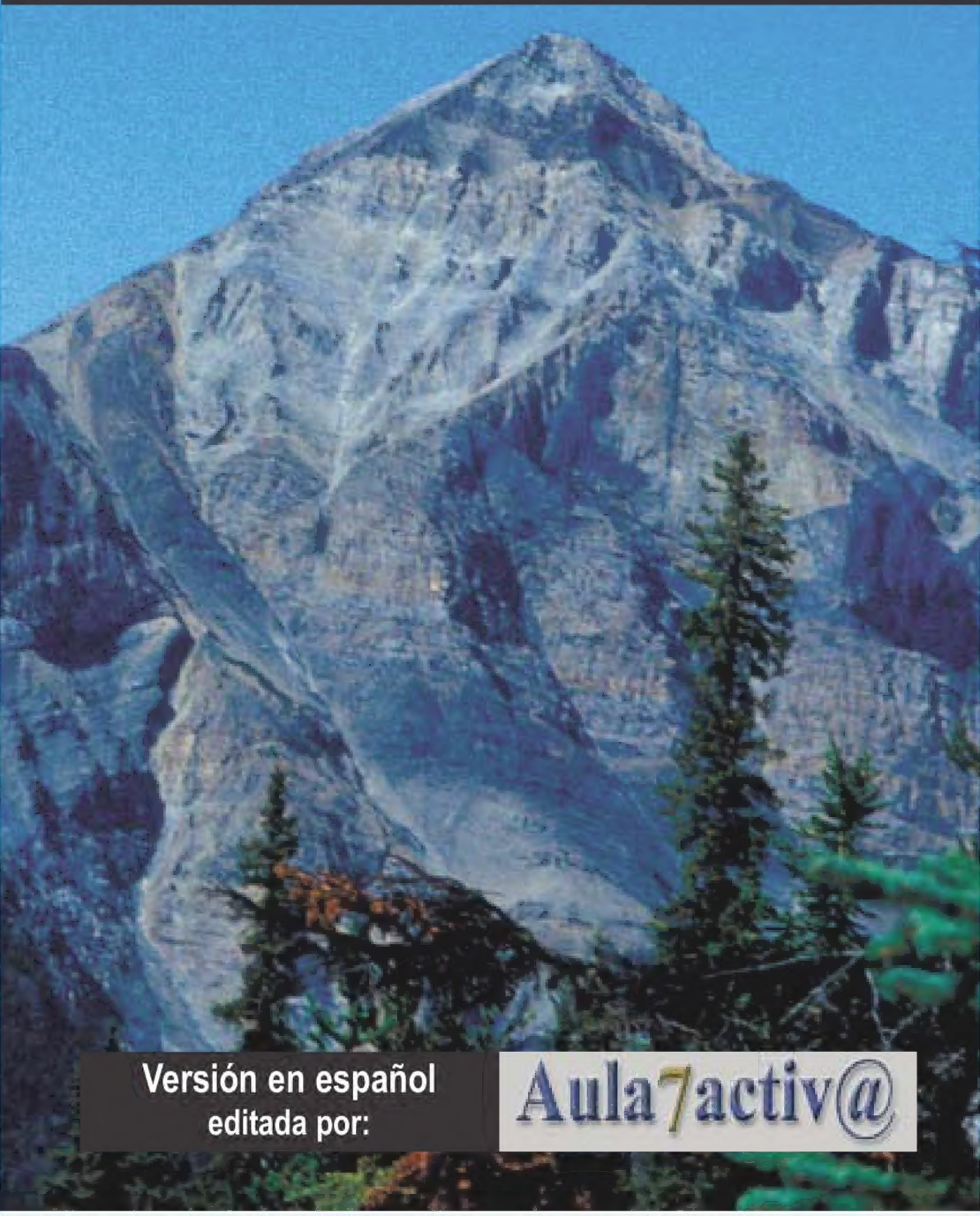
Origins

NÚMERO 4 2006



Versión en español
editada por:

Aula7activ@

EDICIÓN EN INGLÉS:

Edita
Geoscience Research Institute (afiliado a la Universidad Andrews, Berrien Springs, Michigan)
11060 Campus Street, Loma Linda, California 92350, U.S.A.

Redactor jefe
Dr. L. James Gibson

Redactor jefe adjunto
Katherine Ching

Redacción
Dr. Leonard R. Brand
Dr. Benjamin L. Clausen
Dr. Raúl Esperante
Dr. Elaine Kennedy
Dr. Timothy G. Standish

Consultores
Dr. Niels-Erik Andreasen
Dr. John T. Baldwin
Dr. Robert H. Brown
Dr. Ronald L. Carter
Dr. Arthur V. Chadwick
Dr. Harold G. Coffin
Dr. Ivan G. Holmes
Dr. George T. Javor
Dr. Edwin A. Karlow
Dr. George W. Reid
Dr. Ariel A. Roth
Dr. Ivan E. Rouse
Dr. William H. Shea
Dr. Clyde L. Webster
Dr. Kurt P. Wise
Dr. Randall W. Younker

ORIGINS es una publicación periódica sin ánimo de lucro cuyo propósito es facilitar información relacionada con los orígenes y la historia del mundo natural. Esta publicación aborda las cuestiones relacionadas con el inicio de la vida desde un enfoque multidisciplinar. Las opiniones expresadas en los artículos son las de sus autores y no tienen que coincidir forzosamente con las del Geoscience Research Institute.

EDICIÓN EN ESPAÑOL:

Edita
Aula7activa
Apartado de correos 20.145
08080 Barcelona
Teéfono: 616 754 880
E-mail: info@aula7activa.org
Web: www.aula7activa.org
www.aeguae.org

Coordinación de Gestión
Mercè Gascón Pomar

Coordinación de Edición
Francisco Giménez Rubio

Coordinación de Redacción
Ramon-Carles Gelabert i Santané

Soporte Informático
Albert Prat Amigó

Traducción
Daniel Bosch Queralt

Revisión Científica
Josep Antoni Álvarez
Raúl Esperante Caamaño
Celedonio García-Pozuelo Ramos

Diseño gráfico y maquetación
Esther Amigó Marset

Depósito Legal: B-6935-2004
© Geosciencie Research Institute
© 2006, Aula7activa-AEGUAE, en español para todo el mundo

Aula7activa es la editora sin ánimo de lucro de la Asociación de Estudiantes y Graduados Universitarios Adventistas de España (AEGUAE)

SUMARIO

5 Editorial
La sopa de pollo: una prueba para verificar la organización espontánea como origen de la vida
L. James Gibson

9 Artículo
Avances recientes en la cronología de Oriente Próximo y la datación con carbono radiactivo
Michael G. Hasel

43 Reseñas bibliográficas

77 Comentarios bibliográficos
SEGUIR LA EVIDENCIA
DENYSE O'LEARY (2004). *By Design or By Chance? The Growing Controversy on the Origins of Life in the Universe*. Minneapolis (Minnesota): Augsburg Fortress, Publishers. 337 págs.
Comentario de Henry Zuill

REUNIR HECHOS Y VALORES
NANCY PEARCEY (2004). *Total Truth: Liberating Christianity from Its Cultural Captivity.* Wheaton (Illinois): Crossway, 2004. 479 p.
Comentado por Paul Giem

85 Apuntes de Ciencia
DETECTAR EL DISEÑO EN LA NATURALEZA
Timothy G. Standish
Geoscience Research Institute

Nota a la presente edición: La edición española de *Origins* sigue fielmente el contenido de la edición original inglesa, sin proceder a selección o añadido alguno. El presente número de *Origins* (ed. esp.), nº 4, año 2006, corresponde al número 56, año 2004 de *Origins* de la edición original inglesa.

EDITORIAL

LA SOPA DE POLLO: UNA PRUEBA PARA VERIFICAR LA ORGANIZACIÓN ESPONTÁNEA COMO ORIGEN DE LA VIDA

L. James Gibson

Explicar el origen de la vida es uno de los problemas más acuciantes que debe afrontar una explicación naturalista de la vida. Se han presentado algunas conjeturas para explicar cómo se originó la vida sin la concurrencia de un diseñador inteligente.

Una de las que más difusión han tenido es la familiarmente conocida como hipótesis de la "sopa primigenia", en la cual se postula que la atmósfera debía estar formada por moléculas orgánicas simples, las cuales se iban acumulando en el océano, donde probablemente reaccionaron hasta formar sistemas vivos. Actualmente, esta idea ha caído en desgracia por varias razones.[1] En primer lugar, de ser cierto, se requerirían condiciones químicas incompatibles con varios constituyentes necesarios para la vida. En segundo lugar, hay motivos para creer que la atmósfera arcaica contenía suficiente oxígeno como para destruir la mayoría de las moléculas orgánicas antes de que alcanzaran el océano.[2] Tercero, no hay pruebas de una sopa rica en componentes químicos orgánicos en las rocas arcaicas. Y cuarto: la hipótesis de la "sopa primigenia" confía demasiado en la colisión molecular aleatoria, cosa altamente improbable en un océano.

La insuficiencia de choques moleculares al azar indujo a los teóricos a pensar que algunas superficies podían actuar como concentradores de moléculas orgánicas, de modo que las probabilidades de interacción se vieran altamente incrementadas. A tal efecto se sugirieron las superficies de arcilla, pero la pirita es la más comúnmente sugerida como el tipo de superficie requerida. La conjetura de que la vida haya surgido sobre una superficie se le llamó caprichosamente como la hipótesis de la "pizza primigenia". Esta denominación puede englobar un gran número de posibilidades, entre las que se incluyen los llamados "hiperciclos",[3] "metabolismo de superficie"[4] y "mundo de ARN".[5] Todas estas posibilidades, aparentemente, parten de la premisa de una especie de propiedad autoorganizativa de los materiales que componen una célula viva. La autoorganización implica que los productos químicos necesarios para la vida, si se encuentran en un espacio reducido y bajo unas condiciones físicas y químicas apropiadas, se unirán de un modo espontáneo y resultarán en una célula viva.

La noción de la autounión de las moléculas para formar componentes celulares es, en la actualidad, objeto de estudio científico. ¿Poseen las moléculas propiedades químicas que tiendan a dirigir las reacciones químicas de tal modo que surja la vida? Un destacado teórico del origen de la vida afirma que, bajo condiciones adecuadas, la formación de una célula viva es «inevitable».[6] La noción de una «creación completamente dotada»[7] lleva implícita una afirmación similar. De acuerdo con sus propósitos, Dios «dotó completamente» la creación en el principio, de modo que cualquier intervención divina posterior resulta innecesaria. Ello implica que, con las condiciones apropiadas y en ausencia de actividad inteligente, se formarán moléculas orgánicas que se unirán espontáneamente hasta producir vida. ¿Es susceptible esta idea de ser probada experimentalmente?[8]

La sopa de pollo nos podría proporcionar una prueba adecuada. La sopa de pollo es fácilmente accesible y se encuentra en recipientes sellados, de modo que quedan excluidos el oxígeno y otros con-

taminantes químicos. Una lata de sopa de pollo contiene una mezcla concentrada de moléculas orgánicas necesarias para la vida. Por lo tanto, en cada una de ellas se dan las condiciones postuladas para que se origine la vida. Si esas moléculas estuvieran «completamente dotadas» con unas propiedades químicas que las llevaran a reaccionar y producir vida, o si la producción de vida es «inevitable» en esas circunstancias, sería de esperar que, en al menos algunas latas de sopa de pollo, apareciera alguna forma de vida. Si una forma vertebrada no es un origen satisfactorio, quizá sí lo sería un invertebrado, como por ejemplo la sopa de almejas u otra parecida. Podríamos incluir pirita o cualquier otro material para que proporcionara una superficie potencial que facilitara las reacciones químicas. A lo mejor deberíamos recurrir a temperaturas distintas. Con independencia de los detalles, parece posible comprobar si las moléculas poseen suficientes propiedades de autoensamblaje de modo que la vida aparezca espontáneamente.

Sin embargo, debemos ser cautos. Si las moléculas poseyeran realmente tales propiedades, ¿sería de esperar que la muerte tuviera "causas naturales"? Así pues, si las moléculas tienden a autoorganizarse en sistemas vivos, ¿qué circunstancias causarían la pérdida de dicha facultad y permitirían la muerte? ¿Qué sucedería si un organismo tuviera que morir, digamos, a causa de un trauma físico? En última instancia, sería de esperar que los constituyentes del organismo muerto se reensamblaran espontáneamente y formaran alguna forma de vida simple. No sugerimos que un elefante muerto se reconstituya como un elefante vivo, sino más bien que, al menos, algunas de las moléculas de un elefante muerto se reestructuraran y dieran una forma de vida "simple" como una bacteria o un protozoo. Ello podría pasar varias veces, o quizá en los ambientes anóxicos de los tejidos profundos. El hecho de que no veamos tales resultados sugiere de forma clara y meridiana que las moléculas no poseen las propiedades requeridas para que, de acuerdo con lo postulado y mediante un autoensamblaje, den una célula viva.

NOTAS

[1] BADA, J. L.; LAZCANO, A. (2003). «Prebiotic soup – revisiting the Miller experiment». *Science* 300: 745-746.
TAXTON, C. B.; BRADLEY, W. L.; OLSEN, R. L. (1984). *The mystery of life's origin: reassessing current theories*. Nueva York: Philosophical Library.
PIGLIUCCI, M. (2003). «Where do we come from? A humbling look at the biology of life's origin». En: CAMPBELL, J. A.; MEYER, S. C. (eds.). *Darwinism, Design and public Education*. East Lansing (Michigan): Michigan State University, pp. 193-206.

[2] OHMOTO, H. (1996). «Evidence in pre-2.2 Ga paleosols for the early evolution of atmospheric oxygen and terrestrial biota». *Geology* 24: 1.135-1.138;
SNELLING, A. (1980). «The first atmosphere: geological evidences and their implications». *Creation Ex Nihilo* 3 (4): 46-52.

[3] EIGEN, M.; GARDINER, W.; SCHUSTER, P.; WINKLER-OSWATISCH, R. (1981). «The origin of genetic information». *Scientific American* 244 (4): 88-118.

[4] WACHTERSHAUER, G. (1988). «Before enzymes and templates: theory of surface metabolism». *Microbiological Reviews* 52: 452-484.

[5] GILBERT, W. (1986). «The RNA world». *Nature* 319: 618.

[6] DE DUVE, C. (1995). «The beginnings of life on Earth». *American Scientist* 83: 428-437.

[7] VAN TILL, H. J. (1999). «The fully gifted creation». En: MORELAND, J. P.; REYNOLDS, J. M. (eds.). *Three views on Creation and Evolution*. Grand Rapids (Michigan): Zondervan, pp. 161-218.

[8] La idea de que la completa dotación debería ser susceptible de una prueba puede ser encontrada en NEWMAN, R. C. (2003). «Some Problems for theistic evolution». *Perspectives on Science and Christian Faith* 55: 117-128.

ARTÍCULO

AVANCES RECIENTES EN LA CRONOLOGÍA DE ORIENTE PRÓXIMO Y LA DATACIÓN CON CARBONO RADIACTIVO

Michael G. Hasel
Institute of Archaeology
Southern Adventist University

RESUMEN

A menudo se recurre a las cronologías de Mesopotamia y Egipto para establecer la base de confirmación de los períodos remotos de la historia y la prehistoria en el desarrollo de la civilización en Oriente Próximo. Este artículo facilita una visión del estado de la cuestión de las cronologías de Oriente Próximo en Mesopotamia y Egipto. Centra su atención en recientes descubrimientos en las bases tanto astronómicas como históricas de dichas cronologías y pone de manifiesto la relatividad de la cronología anterior al segundo milenio antes de Cristo. Recoge la tendencia de los últimos sesenta años, que reduce la cronología histórica de Oriente Próximo. Esto introduce una brecha creciente entre las fechas históricas y los datos más recientes proporcionados por el ^{14}C. Este dato tiene implicaciones de gran importancia a la hora de alargar algunos períodos históricos y prehistóricos. Al final se evalúa el callejón sin salida al que conducen los métodos de datación por ^{14}C y los históricos.

A menudo, las cronologías de Mesopotamia y Egipto son tomadas como referencia para confirmar la historia remota y la prehistoria del desarrollo de la civilización en Oriente Próximo. Es habitual que en la base de las pruebas arqueológicas los argumentos se diseñen con el fin de reinterpretar los datos cronológicos facilitados por la Biblia (Kitchen 1966, pp. 36-37; Geraty 1974; Archer 1979, p. 361; Blocher, 1984, pp. 215-219; Stek 1990, pp. 223-225; Thompson 1991, pp. 228-229; Taylor 2000, p. 98; Guy 2003, p. 8). Las recientes investigaciones, tanto arqueológicas como antropológicas, han generado nuevos datos para las cronologías de Mesopotamia y Egipto. Este estudio evaluará: (1) si la historia mesopotámica y egipcia se estableció de un modo absoluto, (2) algunos avances recientes en el estudio de dichas cronologías y las tendencias en la prolongación o reducción de la cronología y (3) la relación existente entre la datación con ^{14}C y las cronologías de Oriente Próximo, y cómo se entiende esa relación en la actualidad. El propósito de este estudio es proporcionar una visión sobre el estado de la cuestión de la cronología de Oriente Próximo y su interconexión con la datación mediante el ^{14}C de manera que se pueda establecer un marco sobre el cual los estudiosos sitúen los acontecimientos acaecidos en la historia remota.

CRONOLOGÍA MESOPOTÁMICA

A menudo se afirma que la cronología de Mesopotamia queda "fijada" por las observaciones astronómicas. Ello se basa en el hecho de que los escribas registraban el nombre de un rey en conjunción con un acontecimiento natural, por ejemplo un eclipse, cuya fecha puede ser establecida de modo *absoluto* o "exacto". Por ejemplo, una inscripción del décimo año del rey asirio Asur-Dan III se refiere a un eclipse de Sol que, mediante cálculos astronómicos precisos, se puede determinar acaecido el 14 o el 15 de junio de 763 a.C. (Glass 1984, p. 92; Millard 1995, p. 2). A causa de la existencia de listas epónimas que proporcionan una secuencia completa de sucesos en los reinados de varios reyes asirios (Ungnad 1938a; 1938b; Millard 1994), a

partir de esa fecha es posible fijar una cronología absoluta que abarca hasta el año 910 a.C. Es importante observar que, «sin embargo, cuando se intenta retroceder más allá del primer milenio empiezan a surgir problemas» porque «no es posible prolongar sin más las fechas absolutas del primer milenio hasta el segundo milenio» (Glass 1984, p. 92). Sin ningún lugar a dudas, las fechas del segundo milenio a.C. son *relativas*. Además, entre los s. XXIV y XVI a.C. se dan dos discontinuidades de duración desconocida; la primera de ellas tiene lugar «alrededor de 2000 a.C. y la última hacia 1600 a.C.» de modo que «varios incidentes específicos y algunas eras están pendientes de ser fijados en el tiempo *absoluto*» (Glass 1984, p. 92; la cursiva es del original). Ante el hecho de que «solo son posibles fechas aproximadas, las estimaciones temporales se derivan de las evidencias meramente arqueológicas, los datos paleográficos... y las escasísimas fechas establecidas con el carbono radiactivo» (Knapp 1992, p. 716).

Una razón por la cual la cronología histórica de Mesopotamia del segundo y tercer milenios a.C. ha tenido que hacer frente a una complejidad creciente tiene que ver con el ciclo de los movimientos astronómicos. El descubrimiento de la tablilla de Venus hecho por Henry Austin Layard, tablilla que tradujeron Rawlinson y Smith en 1870, fue objeto de una atención considerable (la historia está documentada por Langdon, Fotheringham y Schoch 1928, pp. 28-44; *cf.* Reiner y Pingree 1975) a la hora de mencionar la fórmula para establecer el 8º año de Ammisaduqa. Dicha tablilla se ha convertido en una de las piezas clave a la hora de fijar la cronología de los primeros años del segundo milenio a.C. a partir de medios astronómicos (Poebel 1942; Rowton 1960; Huber 1987, p. 5). Puesto que los movimientos planetarios de Venus se suceden en ciclos de 56 o 64 años (Ungnad 1940), más que establecer una fecha única, ofrecen una serie de fechas posibles (Knapp 1992, p. 716). Kugler (1912) concluyó que los candidatos a ser el año 1 de Ammisaduqa eran los siguientes: 2040, 1976 y 1856 a.C. él se decidió por una fecha cronológica media establecida en 1976 a.C., pero más tarde prefirió la solución del año

1800 a.C. (Kugler 1924, p. 622-627; Huber 1987, p. 5). Langdon, Forethingham y Schoch tomaron en consideración las siguientes cinco fechas (1976, 1920, 1856, 1808 y 1800 a.C.) antes de decidirse por el año 1920 a.C. (1928, pp. 61-62; Huber 1987, p. 6). Por lo tanto, para el segundo milenio, los expertos distinguen entre tres y hasta cinco cronologías distintas: la ultra alta (Landsberger 1954),[1] la alta (Goetze 1951; 1957; Thureau-Dangin 1942; Huber 1982; 1987),[2] la media (Kugler 1912; S. Smith 1940; 1945; Rowton 1962),[3] la baja (Albright 1956; Cornelius 1956; *cf.* Aström 1987)[4] y la ultra baja (Weidner 1945-51).[5] Con esas cronologías en discordia es posible tener hasta 226 años de margen de maniobra.

Cronología ultra alta	Reinado de Hammurabi	1930-1888 a.C.
Cronología alta	Reinado de Hammurabi	1848-1806 a.C.
Cronología media	Reinado de Hammurabi	1792-1750 a.C.
Cronología baja	Reinado de Hammurabi	1728-1686 a.C.
Cronología ultra baja	Reinado de Hammurabi	1704-1662 a.C.

Dada la complejidad de los cálculos históricos referidos al período en discusión, algunos expertos han sugerido que se recurra a métodos alternativos para formular la cronología de la Mesopotamia antigua. Puesto que ninguno puede pretender limitar o disminuir el valor y la utilidad de la cronología histórica, la datación por medio del ^{14}C fue sugerida como un medio para verificar o suplementar los cálculos históricos (Rowton 1960; Mellaart 1979; Asan y Robinson 1987).[6]

Cronología mesopotámica y datación con ^{14}C. Se han hecho algunos intentos para poner en correlación la datación con ^{14}C y la cronología histórica de Mesopotamia (Rowton 1960; Mellaart 1979; Hassan y Robinson 1987; Schwartz y Weiss 1992). Se han propuesto argumentos a favor de una cronología media y ultra alta.[7] En 1979 James Mellaart publicó la correlación más extensa entre la datación con ^{14}C y la cronología histórica. Mellaart destaca tres

escuelas cronológicas básicas, que de acuerdo con nuestra terminología recibirán el nombre de cronologías ultra alta, media y baja. Desde su punto de vista, «las cronologías históricas son un registro único del pasado y no pueden ni deben ser obviadas, aunque no nos hayan llegado en un estado perfecto, de modo que solo sea posible una única interpretación cronológica: la media. En la década de los años cincuenta, esa podría haber parecido la opción más plausible. En 1979, no» (1979, p. 11). Por ello, propone que se utilice fechas calibradas con ^{14}C que apoyen la cronología ultra alta (1979, p. 11).

Las fechas obtenidas con ^{14}C que Mellaart cita se derivan, principalmente, de muestras de madera. Las fechas referidas a Samshi-Adad proceden de su templo en Tell Rimah. Le sigue Dinkha IV C, de quien Mellaart afirma que es contemporáneo del estrato de Tell Samsara en el cual se encontró un archivo del período de Samshi-Adad (1979, p. 12).[8] Se publicaron como sigue:

P-1117 Tell Rimah II	3480±60 BP	2020-1960±60 a.C.	*R* (1977)19:208.
P-1452 Dinkha IV C	3522±63 BP	1925±63 a.C.	*Irán* (1974) 12:130.
P-1690 Dinkha IV C	3645±61 BP	1895±61 a.C.	*Irán* (1974) 12:130.

El segundo grupo de fechas se deriva de muestras encontradas en los palacios de Acemköy. Los restos chamuscados de la destrucción contenían, entre otras cosas, sellos de Samshi-Adad (1979, p. 12). Las cuatro fechas proceden de dos edificios del período de Kültepe Ib, en Anatolia occidental. Las fechas de Shamshi-Adad I se publicaron como sigue:

P-2041 Palacio de Acemköy	3500±49 BP	2030-2010±49 a.C.	*R* (1971) 13:369.
P-1555 Palacio de Acemköy	3611±49 BP	2110±49 a.C.	*R* (1971) 13:371.
BM-? Beycesultan V	3450±150 BP	1950-1920±150 a.C.	*B* (1962) II.
P-1647 Aphrodisias L.C	3673±73 BP	2155±73 a.C.	*R* (1971) 13:369.
P-1654 Aphrodisias R	3587±82 BP	2110±82 a.C.	*R* (1971) 13:370.
P-1646 Aphrodisias U.C	3414±69 BP	1875-1775±69 a.C.	*R* (1971) 13:371.

Las dataciones mediante carbono radiactivo procedentes del período de Ur III se obtuvieron de varios yacimientos. La fecha de Warka se tomó de una muestra de juncos atribuida al reinado de Ur-Nammu. La fecha del nivel Nippur IV se atribuye a los reinados de Shu-Sin y Ibbi-Sin. La muestra de Godin III se atribuye a los inicios del período de Ur III, a la vez que la muestra procedente de Selenkahiye parece que data exactamente del período de Ur III. Las fechas que corresponden al período de Ur III se publicaron del siguiente modo (1979: p. 13):

H 141-120/166 Warka	3820±85 BP	2330-2210±85 a.C.	*R* (1965) 7:188.
C-752 Nippur IV	3943±109 BP	2303±109 a.C.	*Iran* (1974) 12:130.
P-1464 Gedikli, Amuq J	3767±50 BP	2158±50 a.C.	*R* (1970) 12:580.
P-1798 Selenkahiye IV	3730±57 BP	2125±57 a.C.	*AAAS* (1973) 23:156.
GaK. 1971 Godin III	3860±120 BP	2217±120 a.C.	*AJA* (1969) 287-91.

Problemas de correlación. Basándose en las fechas, Mellaart concluye que «el supuesto dilema [entre la cronología histórica y la datación con ^{14}C] es un mito creado por los partidarios de las cronologías media y baja» (1979, p. 18). Sin embargo, sus conclusiones han topado con una fuerte resistencia entre los asiriólogos y los egiptólogos (Kemp 1980; Munn-Rankin 1980; Weinstein 1980). Antes de considerar esas críticas es preciso que hagamos algunas observaciones:

El primer problema es datar la estratigrafía de Kültepe II y Ib. Las fechas basadas en el ^{14}C que Mellaart obtiene de Kültepe implican que ambos estratos (II y Ib), en conjunto, recogen un período de trescientos o cuatrocientos años –2010-1720 a.C.– (1979, p. 13). Sin embargo, de acuerdo con los registros históricos, transacciones económicas procedentes de las colonias del lugar, se sabe que esos períodos de ocupación no pudieron sobrepasar los 175 años (Larsen 1976). Mellaart reconoce el problema pero no aporta ninguna explicación. Mantiene que las fechas obtenidas con ^{14}C apoyan un reinado de Shamshi-Adad basado en una cronología ultra alta (hacia 1953-1921

a.C.), pero el lapso de 300 años sugerido por las fechas (2010-1720 a.C.) también podría apoyar a una cronología media o baja. Mellaart tampoco parece darse cuenta de que de hecho hay cinco posibles soluciones históricas para la información dada por la tablilla de Venus. No menciona la cronología alta "real" que goza de mayor aceptación (Goetze 1951; 1957; Thureau-Dangin 1942; Huber *et al.* 1982; 1987; Tuman 1987; ver Munn-Rankin 1980, p. 129) y en su lugar argumenta a favor de la cronología ultra alta de Landsberger (1954) que virtualmente carece de toda aceptación. Su posición extrema viene forzada por la datación con ^{14}C. Antes que intentar resolver el problema real de la correlación, se muestra en desacuerdo con el hecho de que la cronología ultra alta no se amolda a las fechas posibles del ciclo de Venus.

Mellaart ha recibido críticas tanto de los historiadores como de los arqueólogos (Kemp 1980; Munn-Rankin 1980; Weinstein, 1980). De acuerdo con el asiriólogo Munn-Rankin (1980, p. 128), Mellaart presume incorrectamente que es posible asignar fechas absolutas a las dinastías del tercer milenio mediante el cálculo regresivo a partir de la primera dinastía de Babilonia. Indica que antes de la tercera dinastía de Ur las pruebas independientes que permitan establecer las listas reales son escasas. La situación parece más compleja de lo que Mellaart admite.

Mellaart también presupone que los kasitas gobernaron durante 576 años tras la destrucción de Babilonia por los hititas. Munn-Rankin argumenta que es incorrecto (1980, p. 128). Este número solo se da en la lista real A, fechada hacia el s. VII a.C. y en ningún texto se conecta explícitamente el inicio de esta dinastía con la campaña de Muršili I (Brinkman 1968). El fin de la dinastía kasita ha sido fechado más recientemente hacia 1155 a.C. (Brinkman 1976; ver 1980).

Parece que Mellaart no maneja bien las complejidades del cálculo de secuencias cronológicas a partir de información histórica. En un punto afirma que los únicos países de Oriente Próximo de los que se tienen listas reales son Egipto y Babilonia. Parece no darse cuenta de que el cálculo histórico para el período anterior a 1450 a.C. se ba-

sa principalmente en las listas reales asirias (Poebel 1942; Weiner 1926; 1945-51; Gelb 1954) y que el marco de la cronología mesopotámica gira en torno a los registros asirios (Knapp 1992; Grayson 1992a; 1992b). Además, la lista real acadia sigue siendo esencial para la reconstrucción histórica del tercer milenio antes de Cristo, el período que está estableciendo.

Mellaart debería ser elogiado por su intento de correlacionar ambas fuentes de información, aparentemente contradictorias, a la hora de fechar los períodos mesopotámicos tempranos. Sin embargo, parece evidente que este intento reciente de reconciliar la datación con ^{14}C y la cronología histórica fracasa a la hora de proporcionar alguna prueba concluyente. Las fechas obtenidas a partir del ^{14}C eran demasiado alejadas en el tiempo, incluso para la cronología "ultra alta", carente de cualquier apoyo de los datos de la tablilla de Venus y la estratificación arqueológica. En otros períodos se dan las mismas circunstancias. Además, la revisión de las fechas obtenidas con el ^{14}C sugiere que el período de Uruk, cuyo inicio se establece convencionalmente alrededor de 3500 a.C., «debería situarse cuatrocientos o quinientos años atrás» (Crawford 1991, p. 18; ver Moorey 1987). Sigue sin esclarecer el dilema de si se han resuelto los numerosos problemas y variables hasta el punto de poder afirmar que la datación con ^{14}C es viable para establecer la cronología histórica de Oriente Próximo Antiguo.[9]

CRONOLOGÍA EGIPCIA

La cronología de Mesopotamia, así como la mayoría de los referentes históricos del Oriente Próximo antiguo, se ha vinculado a la datación absoluta egipcia (Knapp 1992, p. 716). Durante el período histórico-dinástico, las fuentes escritas de Egipto incluyen listas y anales reales y tratados biográficos (Redford 1986; Cantor 1992; Ward 1992). A inicios del s. XX, W. F. Petrie, fundador reconocido de la egiptología y los principios arqueológicos de la estratigrafía y la superposición, estableció el inicio del período histórico-dinásti-

co (Dinastía I) en el año 5510 a.C. (Petrie 1906, p. 175). La base principal de sus conclusiones era «la autoridad de Manetón y del papiro de Turín», porque «lo único razonable es aceptar dichas listas como esencialmente exactas» (Petrie 1906: p. 175). Más tarde, otros egiptólogos de renombre situaron las dinastías I y II en los años 3425-3000 a.C. (Weigall 1910, p. xvii) o 3400-2980 a.C. (Breasted 196, p. 419). Es significativo que los ajustes más extensos se han producido en el Imperio Antiguo, en el que las fechas relativas permiten más cambios debidos a la longitud del Primer Período Intermedio. Sin embargo, el último siglo de investigación egiptológica, en el que se ha obtenido una enorme cantidad de información a partir de las excavaciones y el estudio textual, ha planteado graves preguntas referidas no solo a la longitud de los períodos históricos, sino también a la naturaleza absoluta de las fechas más tempranas. Algunas cuestiones planteadas exigen la revisión de la cronología absoluta tradicional anterior al Imperio Nuevo egipcio (Ward 1992, p. 55).

Manetón como autoridad en la cronología egipcia. Durante el s. III a.C. un sacerdote llamado Manetón escribió una "historia de Egipto" en lengua griega (Waddell 1940; Helck 1956). Parecía casi seguro que Manetón había compilado su historia a partir de algunas de las mismas listas que los historiadores modernos usan para reconstruir la cronología egipcia (Knapp 1992, p. 716). A pesar de la confianza inicial otorgada a Manetón (Petrie 1906; Weigall 1910; Breasted 1916; y otros), así como de los intentos para legitimarlo como referente absoluto (Helck 1956), se ha descubierto un número cada vez mayor de errores (Redford 1986: pp. 231-232). Ello ha provocado que algunos historiadores abandonen esta tradición (Wente y van Siclen 1976, pp. 217-218; Ward 1984, pp. 155-156) o demuestren que la dependencia de Manetón es innecesaria, «al menos para la cronología del Imperio Nuevo y posteriores» (Hornung 1987). A causa de estos problemas, «su obra dejó de ser la base de la cronología egipcia hace ya muchas décadas» (Kitchen 2000, p. 39). Las nuevas prue-

bas sobre la longitud de los reinados y la existencia de corregencias han contribuido al abandono de Manetón como fuente creíble.

Nuevas pruebas sobre la duración de los reinados. Los nuevos datos acerca de la duración de algunos reinados han forzado varias revisiones. Por ejemplo, se ha establecido que Sesostris III reinó durante 19 años en lugar de los 39 que anteriormente se creía (Simpson 1972; 1984; ver Kitchen 1992, p. 329; 2000) y que Amenemhet IV lo hizo durante 13 y no durante nueve (Beckerath 1976, p. 50). Durante la XIX Dinastía, Merenptah no reinó más de diez años, en lugar de los 19 que afirmaba Manetón (Bierbrier 1975, p. 118, nota 2 sobre el reinado de Merenptah; ver también Hasel 1994; 1998; 2003; 2004). La tendencia general de los nuevos datos induce a pensar en una cronología que se acorta en lugar de alargarse.

La cuestión de las corregencias. Sigue pendiente de solución el asunto de las corregencias (Ward 1992, p. 54). Bastará un ejemplo. A menudo se acepta una corta corregencia entre Tutmosis III y Amenhotep II (ver Casperson 1986). Redford (1966, p. 120) habla de un año y cuatro meses, Wente y van Siclen (1976, pp. 227-228), al igual que Murnane (1977, pp. 44-57) –quien afirma que esta corregencia está «especialmente bien atestiguada»–, establecen dicho período en dos años y cuatro meses. Por otro lado, Krauss (1978, pp. 174-175) no reconoce tal corregencia. La existencia de corregencias también acortaría la cronología egipcia, que ha tendido a establecer una sucesión de gobernantes que se suceden uno tras otro sin ningún solapamiento entre ellos.

Bases astronómicas para la cronología egipcia. En último lugar, el desafío más importante que afronta la cronología tradicional es la interpretación de los datos astronómicos conservados en los textos egipcios (Neugebauer 1929; 1974; Hayes 1970; Barta 1979/80; Krauss 1985; Leitz 1989). Es un asunto complejo que, de un modo parecido a como sucede en la cronología mesopotámica, da lugar a una

cronología alta, media o baja (Kitchen 1987; 1992; 2000). Así pues, las últimas fechas del Imperio Nuevo son mucho más fiables que las más tempranas por el hecho de que disponemos de más documentación egipcia (Ward 1992, p. 55), pero a diferencia de la cronología mesopotámica «del antiguo Egipto no nos ha llegado ningún registro significativo de un eclipse solar» (Brein 2000, p. 54). Las fechas se basan ampliamente en el sistema calendario, ya sea de acuerdo con los años agrícolas (Neugebauer, 1938), lunares, estelares (Krauss 1985) o civiles (Gardiner 1945; Parker 1950; Barta 1983).

El inicio del año lunar egipcio estaba ligado a la salida heliaca de la estrella Sirio (los griegos transcribieron *spd.t* como *Sôthis*; Ward 1992; pp. 58-59; Krauss 1998; Brein 2000, p. 53). Los años civil y lunar no se oponían ni estaban en competición (Ward 1992, p. 57). El año sideral (presidido por Sirio) tiene una longitud superior en algo más de seis horas al calendario civil. Por ese motivo, los estudiosos modernos denominan al año civil como el "año errante" (Barta 1979/80; 1983; Beckerath 1986) dado que retrocedía regularmente de modo que el día de año nuevo civil coincidiera con el primer día del año sideral. El período resultante de 1.460 años (365x4) recibe el nombre de "ciclo sótico". En realidad, el ciclo sótico es algo más corto y los expertos usan actualmente la cifra de 1.456 años (Hornung 1964, p. 18; Ingham 1969). «Las fuentes egipcias tan solo nos han proporcionado seis referencias a la salida heliaca de Sirio que sean útiles para la astrocronología» (ver las referencias de Brein 2000, pp. 54-55).

La datación de la salida de Sirio está sometida a la influencia de varios factores. El *arcus visionis* es el ángulo formado por Sirio y el Sol cuando la estrella se observa por primera vez. El punto de observación no es el horizonte. Los cálculos modernos muestran que el ángulo es de 7,5º, con Sirio situada 2º por encima del horizonte y el Sol 5,5º por debajo del mismo. La hora de observación modifica este ángulo y, por ende, las conclusiones cronológicas derivadas de aceptar un ángulo de 7,5º. Otro problema relacionado con el cálculo temporal tiene que ver con la *tetraeteris*, la fase de cuatro años du-

rante la cual la salida heliaca se observaba el mismo día del año. Cada cuatro años, la fase retrocedía un día y no es posible determinar en qué año de los cuatro que la componen tuvo lugar una observación dada (Ward 1992, p. 58).

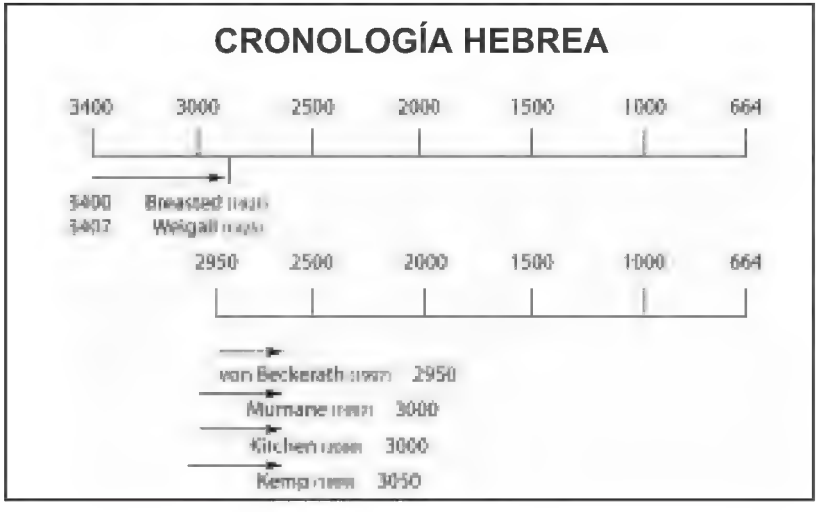
La variable más significativa para los cálculos astronómicos es el lugar de Egipto en que tuvo lugar tal observación. A medida que nos movemos hacia el sur siguiendo el Nilo, cada grado de latitud adelanta un día la observación de la salida heliaca. En términos de cronología absoluta, ello significa una reducción de cuatro años por día y grado de latitud (Ward 1992, p. 59). Al darse cuenta de esto, los egiptólogos han propuesto tres posibles localizaciones para la observación de la salida heliaca de Sirio, en concreto Menfis o Heliópolis (Leitz 1989), Tebas (Ward 1992, p. 59) y Elefantina (Brein 2000, p. 55; Krauss 1985, pp. 38-49), que a su vez han establecido tres cronologías posibles (Kitchen 1987; 1992, pp. 324-325; 2000): una cronología alta (observación sótica en Menfis/Heliópolis; Leitz 1989; Ward 1992), una cronología media o baja (observación sótica en Tebas; Hornung 1964, pp. 20-21; Kitchen 1987, pp. 42-43) y una cronología ultra baja (observación sótica en Elefantina; Krauss 1985; 1998; Wells 1985; Franke 1988).

El efecto sobre la XII Dinastía es una divergencia de 42 años (Kitchen 1987, p. 45). W. A. Ward, de la Universidad Brown, sostiene que a causa de estos factores, «la precisión es imposible; dado que la observación del creciente lunar, por ejemplo, es una interpretación individual de datos puramente sensoriales.» De hecho, este egiptólogo de prestigio declara que «la "precisión" aceptada por los eruditos actuales es una ilusión» (1992, p. 62). Puesto que las pruebas astronómicas son importantes para la cronología egipcia, la afirmación más reciente es que «por el momento, tomando como única base la astrocronología, parece imposible fijar fechas absolutas fiables para la historia egipcia» (Brein 2000, p. 56); «estas tan solo ayudan a la hora de limitar las opciones en el detalle» (Kitchen 2000, p. 39).

A partir de estas observaciones, debemos entender que la cronología egipcia antes del Imperio Nuevo es cada vez más relativa. Ello

tuvo como consecuencia que durante el siglo pasado se llevaron a cabo una gran cantidad de ajustes, a medida que las pruebas iban saliendo a la luz. La tendencia, basada en las pruebas arqueológicas e históricas, ha sido una reducción drástica de la cronología del Egipto dinástico. Tal como más arriba se ha destacado, esto puede ser debido a ajustes en la duración de los reinados, a la aceptación de corregencias y a la base de los datos astronómicos.

Tomando como base estas nuevas pruebas arqueológicas y textuales, la fecha del inicio del período histórico de Egipto se sitúa actualmente en cualquier punto comprendido entre 3050 (Kemp 1989, p. 14) y 2950 a.C. (Beckerath 1997, p. 187).[10] En otras palabras, tomando como base las nuevas pruebas, la cronología del Egipto dinástico respecto de la sugerida por Petrie se ha reducido en al menos 2.560 años, mientras que la cronología de Breasted se ha visto acortada en más de 400 de un total de 2.346 años (ver gráfico; Taharqa fue el último rey del Alto y Bajo Egipto en el 664 a.C.; Kitchen 2000, p. 39). Esa reducción es importante y no debería ser subestimada a la hora de realizar nuevos ajustes. El descubrimiento de un nuevo monumento, aunque sea único, puede ser la causa de innumerables ajustes en la disciplina (Ward 1992, p. 62).



Datación con carbono radiactivo y cronología egipcia. Desde que en 1949 se descubriera la datación con ^{14}C, se han sucedido los intentos de poner en correlación las fechas obtenidas con ese método y las fechas históricas perfectamente conocidas del antiguo Egipto. La publicación de datos positivos llevada a cabo por Willard Libby, el inventor del método (Libby 1955; 1963), eran optimistas. No obstante, los egiptólogos acabaron por prestarle poco apoyo (Hayes 1970; H. S. Smith 1964; Edwards 1970; Long 1976). Ello se debió al hecho de que eran más precisas las fechas concernientes al Imperio Nuevo (Kitchen 2000, p. 39) y a las considerables diferencias existentes entre los datos proporcionados por el ^{14}C respecto de las fechas históricas del Imperio Antiguo (Bowman 1990, p. 16). Varios factores fueron decisivos. En primer lugar, las primeras fechas obtenidas con ^{14}C reflejaban la vida media que Libby les asignaba (5.568±30 años BP; 1955). Más tarde esta cifra se ajustó a 5730±40 años BP (Hole y Heizer 1973, p. 252; Schwartz y Weiss 1992, p. 189). En segundo lugar, aún no se había introducido la calibración (Bowman 1990, pp. 43-49; Clark y Renfrew 1973; Jonson 1973; Clarck 1978; Stuiver y Pearson 1986; Stuiver *et al.* 1998).

Aun después de la introducción de estos importantes ajustes y tras haber refinado las calibraciones, las cosas no han cambiado de modo significativo. Los egiptólogos, los asiriólogos y quienes trabajan con ^{14}C siguen en un atolladero.[11] De acuerdo con los artículos publicados en *Radiocarbon* (2001) sobre el estado de la cuestión expuesto en el Simposio sobre Cronología en Próximo Oriente que tuvo lugar en Jerusalén, las fechas obtenidas con ^{14}C aún divergen de modo importante con respecto a la datación histórica. Bruins y van der Plicht (2001), en un caso detallado, muestran que las fechas obtenidas a partir de ^{14}C en muestras procedentes de los estratos de alta calidad de la Primera Edad del Bronce en Jericó son «de 100 a 300 años más antiguas que las estimaciones temporales arqueo-históricas convencionales» (Bruins 2001, p. 1.151). Braun (2001, p. 1.279), a partir de otro estudio que también dio como resultado fechas de ^{14}C elevadas, declara que «de aceptarse esas nuevas fechas [proce-

dentes del Mediterráneo suroriental y Egipto] la consecuencia lógica sería que las correlaciones cronológicas entre las fechas proporcionadas por el ^{14}C y el registro arqueológico estarían sometidas a una tensión tal que todo el sistema se vendría abajo.» A pesar de las cautas observaciones de Braun, Bruins (2001, p. 1.151) propone que «las nuevas pruebas proporcionadas por el ^{14}C están indiscutiblemente a favor de una Primera Edad del Bronce más antigua y unas fechas de las dinastías I a VI anteriores.»

De hecho, precisamente las fechas obtenidas con ^{14}C han incrementado las estimaciones de las edades en los períodos prehistóricos. Bruins y van der Plicht (2001, p. 1.330) escriben:

> «Como resultado de la datación con ^{14}C, los períodos posteriores "se han vuelto" más antiguos. Durante la década de los años cincuenta y a inicios de los sesenta, cuando Albright (1960) escribió las afirmaciones temporales anteriores, tomando como base las estimaciones arqueológicas, se puso de moda situar los períodos Calcolítico y EB-I alrededor de 4000-3100 a.C. y 3100-2900 a.C. respectivamente. No obstante, la datación con ^{14}C ha cambiado el panorama drásticamente. En la actualidad se entiende que el Calcolítico empezó casi 1000 años antes, cerca del 5000 a.C. la transición entre Calcolítico y EB-I también se ha adelantado en varios siglos hasta algún punto cercano a la mitad del 4º milenio a.C.»[12]

Esta afirmación demuestra que los datos calibrados a partir del ^{14}C obtenidos más recientemente continúan alejando en el tiempo la prehistoria del Próximo Oriente Antiguo. Bruins apoya esta tendencia y continúa sugiriendo que los datos facilitados por el ^{14}C deberían actuar como un factor de corrección en la historia de las primeras dinastías egipcias. En un artículo presentado en *American Schools of Oriental Research*, Bruins habló de la reciente publicación de las fechas de 170 muestras de materiales de construcción asociados a las pirámides obtenidas mediante ^{14}C. (Bonani *et al.* 2001, p. 1.297). El resultado de las muestras relacionadas con la gran pirámide de Keops,

enviadas a dos laboratorios distintos, fue que un 45% de las fechas calibradas se situaban entre los años 2783 y 2715 a.C. con un 95 % de probabilidad. Puesto que dichas fechas siguen siendo anteriores en 200 a 300 años a las que modernamente se atribuyen a ese soberano, Bruins sugirió que se usaran como un factor de corrección en la cronología egipcia y que los egiptólogos debían considerar el retorno a la cronología de Breasted propuesta hace casi un siglo.

Por otra parte, el presente trabajo documenta un incremento de la precaución entre los egiptólogos, los arqueólogos de Oriente Próximo y los historiadores referida a las fechas relativas del tercer milenio en Mesopotamia y Egipto. La revisión propuesta por Bruins hace caso omiso a un siglo de estudios y los nuevos datos han conducido durante los últimos 40 años a una importante reducción de la temprana historia dinástica de Egipto. Esta reducción indica la posibilidad de que aún están por llegar más ajustes.

El dilema entre la datación con ^{14}C y la cronología basada en la historia no ha sido resuelto. Pero la cuestión más importante que todavía no ha sido formulada adecuadamente es esta: Si los datos obtenidos a partir del ^{14}C siguen siendo imprecisos y excesivamente alejados en el tiempo para los períodos históricos más remotos y las correlaciones fracasan cuando existen fechas astronómicas que permiten verificarlas, ¿no es esto causa de serias dudas sobre su fiabilidad para los períodos prehistóricos puesto que «su desviación respecto del calendario actual se incrementa desde un error de 200 años alrededor del año 1000 a.C. hasta un error de 900 años alrededor del año 5000 a.C.» (Knapp 1992, p. 715)? Esta pregunta deberá ser planteada en el continuo debate sobre la relación entre la cronología de Oriente Próximo y la datación con ^{14}C.

NOTAS

[1] La cronología ultra alta propuesta por B. Landsberger (1954) ha obtenido escaso apoyo (Hallo y Simpson 1971, p. 103; Dever 1992, p. 11). La dificultad es que dicha cronología no se corresponde bien con las pruebas de

los reinados de Alalakh (Albright 1956) o con el consenso actual sobre la cronología hitita (Astour 1989). Y lo que es más importante, no está de acuerdo con ninguna de las soluciones requeridas por las tablillas de Venus. No se han propuesto soluciones para el período comprendido entre 1947 y 1848 a.C. (Rowton 1962, p. 98). Por lo tanto, casi todos los involucrados en la discusión han apuntado que esta cronología es demasiado alta para ser considerada posible (ver, sin embargo, Mellaart, 1979).

2 La cronología alta fue sugerida por primera vez por D. Sidersky (1941) continúa gozando de apoyo y defensa (Goetze 1951; 1957; Thureau-Dangin 1942; Huber *et al.* 1982; Huber 1987; Tuman 1987). Más recientemente, Huber (1987), basándose en el análisis estadístico, ha hecho un convincente alegato a favor de esta posición. De acuerdo con Huber, «si aceptamos que una de cada cuatro cronologías de Venus es correcta, las probabilidades que favorecen la cronología larga sobre las demás son de alrededor de 1000 contra 1. Aun aceptando que una sola de ellas sea falsa, podemos asegurar que la larga es correcta con una probabilidad de error inferior al 1%» (1987, p. 5). Truman (1987) también argumentó, sobre la base de los augurios astrológicos y los eclipses lunares, que la cronología larga es correcta. Otros han argumentado enérgicamente contra la cronología alta (Rowton 1960; Kitchen 1987). La declaración hecha por Tiglath-Pileser I, respecto de que el templo de Anu y Adad, construido por Shamshi-Adad, hijo de Ishme-Dagan, había quedado en ruinas después de 641 años, aporta una importante *Distanzangabe*. Retrocediendo a partir del sexto año de Tiglath-Pileser y sumando 641 deberíamos llegar a la fecha del primer año de Shamshi-Adad (Na aman 1984, pp. 117-118). El problema reside en el hecho de que esto no está en buena correlación ni con la cronología ultra alta ni con la cronología alta (Rowton 1960: p. 110; Na···aman, 1984). Además, Rowton ha mostrado que la cronología alta requiere tal cantidad (de años) en el cómputo generacional que se aleja de la media (1960: 100-101). Sin embargo, la cronología alta sigue siendo posible sobre la base de las tablillas de Venus y continúa siendo una opción viable.

3 La cronología media tiene el mayor número de apoyos (Kugler 1912; S. Smith 1940; 1945; Rowton 1960-1962; Porada *et al.* 1992; Schwarz y Weiss 1992). Algunos opinan que la cronología media es un compromiso o balance entre dos extremos (Mellaart 1979). Sin embargo, tales afirmaciones pueden inducir a error. La mayoría de estudiosos que han escrito sobre la cronología de Mesopotamia han optado por esta posición (S. Smith 1940; Rowton 1960; Porada *et al.* 1965; 1992; Schwartz y Weiss 1992). Hay razones válidas para escoger la cronología media. La declaración cronológica de Tiglath-Pileser I la apoya (Na aman 1984, p. 122). Algunos han argumentado que las pruebas negativas contra otras cronologías también merecen ser consideradas (Rowton 1962, pp. 110-111). Ciertamente recibe un apoyo válido de las tablillas de Venus y otros sincronismos del período, en particular de Egipto (Kitchen 1987).

4 La cronología baja fue propuesta por primera vez por W. F. Albright (1942) seguido de otros (Cornelius 1956; ver Åström 1987; Dever 1992). Albright intentó revisar la «"aparentemente" estabilizada» (1942, p. 28) cronolo-

gía babilónica basándose en la lista real de Khorsabad, aparecida ese mismo año (Poebel 1942). Mientras defendía la que por aquel entonces era la cronología baja de S. Smith (1940), Albright se dio cuenta de la necesidad de una nueva cronología más baja que estuviera basada en la nueva lista. Puso en correlación el reinado de Assur-ubalit I de Asiria (fechado por la lista real de Khorsabad hacia 1362-1327 a.C.) con el de Amenhotep IV de Egipto (1942, p. 30). A partir de ahí fechó el reinado de Shamshi-Adad I alrededor de 1726 o 1746 a.C. Un análisis de las tablillas de Venus le llevaron a retroceder otros 275 años respecto de Langdon, Fotheringham y Schoch (1928) y situó el reinado de Hammurabi en 1728-1686 a.C. empleó las correlaciones habituales de Zimri-Lim de Mari (vencido por Hammurabi en su 32º año). Más tarde defendió otra vez la cronología baja, esta vez recurriendo a las pruebas estratigráficas procedentes de las excavaciones arqueológicas de Alalakh (Albright 1956). Según Albright, el estrato VI dio la clave, puesto que la cerámica procedente de dicho estrato estaba fechada de 1550-1450 a.C. En el estrato VII se encontraron textos que correspondían al reinado de cuatro reyes. Albright presupuso que cada uno de ellos gobernó alrededor de 20 años puesto que todos formaban una línea directa de descendencia (1956, p. 28). Las piezas de alfarería del estrato VII databan del reinado del último rey de dicha dinastía de Alalakh (*ca.* 1640 a.C.). Por lo tanto, la cronología media de Hammurabi (1792-1750 a.C.) quedaría excluida por el hecho de que haría retroceder la caída de Alalakh hacia 1700 a.C. aproximadamente. Según Albright, esto es imposible a causa de la referencia proporcionada por la cerámica y los sellos encontrados en el estrato IV de Alalakh. Estudios recientes de la cronología hitita (Astour 1989), y específicamente estudios sobre la cronología del estrato VII de Alalakh (McClellen 1989), indican que la secuencia cronológica de las excavaciones iniciales de Woolley demuestran algunas inconsistencias. Goetze (1951) arguye contra Albright que la cronología alta parece más adecuada. Gurney (1974) afirma que cualquiera de las cronologías propuestas sería compatible con la cronología hitita si bien la cronología media no puede ser invalidada por ningún nuevo dato. En el tratado más reciente sobre la historia hitita, el esquema cronológico cayó «entre los períodos alto y medio» (Bryce 1998, p. 414).

5 Weidner defendió más recientemente la cronología ultra baja (1945-51), si bien otros la sugirieron en el pasado (Böhl 1946). Weidner también estableció su cronología poco después de que se publicara la lista real de Khorsabad (Poebel 1942). Weidner (1945-51), en la época de su formulación, no tuvo acceso a la cronología baja de Cornelius o Albright pero posteriormente prefirió dejar sus fechas sin cambios. Aparentemente, la cronología ultra baja no tiene partidarios en la actualidad. Sin embargo, a diferencia de la cronología ultra alta, se amolda al ciclo de Venus, lo que la convierte en una posible candidata.

6 A principios de la década de los cuarenta fueron publicadas la lista real asiria de Khorsabad (Poebel 1942; Weidner 1945-51; Na aman 1984) y la lista real asiria SDAS (Gelb 1954) que establecían la regencia contemporánea de Hammurabi en Babilonia y Shamshi-Adad I en Asiria. Ello forzó una

revisión a la baja de las fechas posibles desde un punto de vista histórico. Durante los últimos cuarenta años, parece que las fechas cronológicas se han centrado en las siguientes cuatro posibilidades para el año 1 de Ammisaduqa: 1701 a.C. (Thureau-Dangin 1942; Goetze 1951; 1957), 1645 a.C. (Smith 1940; 1945; Rowton 1962), 1637 a.C. y 1581 a.C. (Albright 1956, Cornelius 1956).

7 Rowton (1960) fue el primero en sugerir que las fechas procedentes de Nippur obtenidas con ^{14}C podrían ayudar a establecer una cronología preferible. Inicia su argumentación declarando que «el método del carbono radioactivo de Libby puede ser usado para datar de un modo relativamente exacto en caso de que la muestra sea especialmente antigua» (1960: p. 97). Usando dos muestras (carbón vegetal y esterilla de juncos) procedentes de Nippur empieza por defender la cronología media frente a las cronologías ultra alta, alta y baja. Aunque pone cuidado en recurrir a otros argumentos históricos para su defensa, se refiere a las fechas obtenidas con ^{14}C para apoyar su conclusión (1960, pp. 110-111). Las fechas son como sigue: ascensión de Hammurabi 1757±106 a.C. (carbón vegetal) ascensión de Hammurabi 1581±133 a.C. (esterilla de juncos). No se puede culpar a Rowton de publicar datos insuficientes para su época, puesto que recurrió a los mejores disponibles. Sin embargo, las fechas obtenidas con ^{14}C por él propuestas no pueden ser aceptadas sin una crítica previa por los siguientes motivos: (1) las fechas no están calibradas, por lo que, una vez calibradas, no se corresponderían con una cronología media; y (2) las fechas, tal como están, varían de modo suficientemente significativo como para permitir una cronología media, baja o ultra baja. No apoyan únicamente la cronología media. Rowton lo reconoce y usa otros argumentos para compensar la imprecisión de las fechas obtenidas con ^{14}C. Su mayor énfasis reside en desacreditar las cronologías ultra alta y alta; lo que parece bien fundado, aunque las fechas a partir del ^{14}C no bastan.

8 Abreviaturas: AJA = *American Journal of Archaeology*; B = *Beycesultan*; R = *Radiocarbon*.

9 Hassan y Robinson (1987) generaron la contribución más reciente al problema. Su estudio se ocupa principalmente de la cronología del Antiguo Egipto (1987, pp. 119-126). Sin embargo, en sus comparaciones con la cronología mesopotámica citan a Mellaart con muy ligeros cambios. No aportan nuevos datos referidos a Mesopotamia. Su aceptación sin críticas de las conclusiones de Mellaart (1987, p. 130) convierte su estudio en igualmente sospechoso.

10 Otras variaciones que caen entre 3050 (Kemp 1989, p. 14) y 2950 a.C. (Beckerath 1997, p. 187) incluyen los años 3100-3000 (Kitchen 2000, p. 48) y 3000 a.C. (Murnane 1997, p. 22).

11 Sobre Egipto, Weiner *et al.* (1995) afirman que «desconfían [...] del hecho de que la datación [con ^{14}C] coincida con tan poca frecuencia con la datación histórica.» El egiptólogo J. Weinstein (1989, p. 101; ver 1980) pone de relieve la «incompatibilidad entre [...] las fechas obtenidas con carbono radiactivo y las fechas historico-arqueológicas de Mesopotamia y Egipto» y propone que «para la Edad del Bronce Medio y Final, la Edad de Hierro y los períodos persa, helenístico, romano y bizantino, la datación

con ^{14}C tan solo tiene un valor limitado por el hecho de que la técnica es menos precisa que los materiales históricos y arqueológicos de los que normalmente se dispone.» (Weinstein 1984, p. 297). Para el Egeo y Chipre, P. Åström propone que «no son útiles a la hora de fechar con exactitud» (1986, p. 39). R. Merrillees, que por aquel entonces era director del *Cyprus American Archaeological Research Institute* (CAARI), concluye, aunque sin ser rotundo, que «se invocan las fechas obtenidas a partir del carbono radiactivo cuando apoyan una hipótesis específica [...] y obviadas cuando no la corroboran» (1992, p. 51). Ambos son estudiosos serios que reconocen las imprecisiones y dificultades que aún prevalecen después de cincuenta y cinco años de refinar constantemente el método.

[12] A. Joffe y J. Dessel (1995, ver Gilead 1994; Bourke *et al.* 2001; Burton y Levy 2001) resumen el apoyo para este incremento de tiempo ocasionado por la datación con ^{14}C.

BIBLIOGRAFÍA

ALBRIGHT, W. F. (1942). «A third revision of the early chronology of Western Asia». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 88: 28-36.

ALBRIGHT, W. F. (1956). «Stratigraphic confirmation of the Low Mesopotamian chronology». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 144: 26-30.

ARCHER, G. L., Jr. (1979). «The chronology of the Old Testament». En: FAEBELEIN, F.E. (ed.). *The Expositor's Bible Commentary*. Vol. 1. Grand Rapids, Michigan: Zondervan, pp. 359-374.

ASTOUR, M. C. (1989). *Hittite history and absolute chronology in the Bronze Age*. Partille: Paul Åströms.

ÅSTRÖM, P. (1986). «The Middle Minoan chronology again». *Acts of the International Cretological Congress 25,* septiembre-octubre, 1981. Hercalion: Hetaira Kretikon, pp. 36-44.

ÅSTRÖM, P. (ed.). (1987). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987*. Göteborg: Paul Åströms.

AURENCHE, O.; EVIN, J.; HOURS, F. (eds.) (1987). *Chronologies du Proche Orient/Chronologies in the Near East. Relative chronologies and absolute chronology 16,000-4,000 B.P.* C.N.R.S. International Symposium, Lyon (Francia), 24-28 noviembre 1986. *British Archaeological Reports (International Series)* 379: 61-104, pts. 1-2. Oxford: British Archaeological Reports.

BALKAN, K. (1955). *Observations on the chronological problems of the Kârum Kanis*. Ankara: Türk Tarih Kurumu Basimevi.

BARTA, W. (1979). «Die Chronologie der 12. Dynastie nach den Angaben des Turiner Königspapyrus». *Studien zur altägyptischen Kultur* 7: 1-9.

BARTA, W. (1979/80). «Die ägyptischen Sothisdaten und ihre Bezugsorte». *Jaarbericht Ex Orient Lux* 26: 26-34.

BARTA, W. (1983). «Zur Entwicklung des ägyptischen Kalendarwesens». *Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde* 110: 16-26.

BECKERATH, J. von. (1984). «Bemerkungen zum Türiner Königspapyrus und zu den Dynastien der ägyptischen Geschichte». *Studien zur Altägyptischen Kultur* 11: 49-57.

BECKERATH J. von. (1986). «Neue Überlegungen zum ägyptischen Kalender». *Saeculum* 37: 1-7.

BECKERATH, J. von. (1987). «Das Kalendarium des Papyrus Ebers und das Sothisdatum vom 9. Jahr Amenophis I». *Studien zur Altägyptischen Kultur* 11: 49-57.

BECKERATH, J. von. (1997). *Chronologie des pharaonischen Ägypten*. Mainz: von Zabern. Münchner Ägyptologische Studien 46.

BERGER, R. (1970). «Ancient Egyptian Radiocarbon Chronology». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 269A: 23.

BIERBRIER, M. L. (1975). *The Late New Kingdom in Egypt c. 1300-664 B.C. A genealogical and chronological investigation*. Warminster: Aris and Phillips.

BIROT, M. (1985). «Les Chroniques "assyriennes" de Mari». *MARI* 4: 219-242.

BLOCHER, H. (1984). *In the beginning: the opening chapters of Genesis*. Downer's Grove (Illinois): InterVarsity.

BÖHL, F. M. T. (1946). *King Hammurabi of Babylon: and the setting of his time (about 1700 B.C.)*. Ámsterdam: Noord-Hollandsche uitgevers maatschappij.

BOESE, J. (1983). «Zur absoluten Chronologie der Akkad-Zeit». *Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes* 75: 33-55.

BOESE, J.; WILHELM, G. (1979). «Assur-dan I, Ninurta-apil-ekur und die Mittelassyrische Chronologie». *Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes* 71: 19-38.

BONANI, G.; HAAS, H.; HAWASS, Z.; LEHNER, M.; NAKHLA, S.; NOLAN, J.; WENKE, R.; WÖLFLI, W. (2001). «Radiocarbon dates of Old and Middle Kingdom monuments in Egypt». *Radiocarbon* 43: 1.297-1.320.

BOURKE, S.; LAWSON, E.; LOVELL J.; HUA Q.; ZOPPI U.; BARBETTI M. (2001). «The chronology of the Ghassulian Chalcolithic Period in the Southern Levant: new ^{14}C determinations from Teleilat Ghassul, Jordan». *Radiocarbon* 43: 1.217-1.222.

BOWMAN, S. (1989). «Radiocarbon dates for Tell Brak, 1987». *Iraq* 51: 213-215.

BOWMAN. S. (1990). *Radiocarbon dating*. Londres: British Museum.

BRADLEY, R. S. (1985). *Quaternary paleoclimatology: methods of paleoclimatic reconstruction*. Boston: Allen & Unwin.

BRAUN, E. (2001). «Proto, Early Dynastic Egypt and Early Bronze I-II of the Southern Levant: some uneasy ^{14}C correlations». *Radiocarbon* 43: 1.279-1.296.

BREASTED, J. H. (1916). *A History of the ancient Egyptians*. Nueva York: Scribner's.

BREIN, G. (2000). «Astrochronology and ancient Egyptian chronology (Absolute Chronology II)». En: BIETAK, M. (ed.). *The Synchronization of Civilizations in the Eastern Mediterranean in the Second Millennium B.C. Proceedings of the International Symposium at Schloß Haindorf, 15th-17th of November 1996 and at the Austrian Academy, Vienna 11th-12th of May 1998*. Viena: Österreichischen Akademie der Wissenschaften, pp. 53-56.

BRINKMAN, J. A. (1964). «Mesopotamian chronology of the Historical Period». En: OPPENHEIM, A. L. (ed.). *Ancient Mesopotamia: Portrait of a Dead Civilization*. Chicago: University of Chicago, pp. 335-352.

BRINKMAN, J. A. (1968). «A political history of Post-Kassite Babylonia, 1158-722 B.C.». *Analecta Orientalia* 43. Roma: Pontificium Institutum Biblicum.

BRINKMAN, J. A. (1970). *Notes on Mesopotamian history in the Thirteenth Century B.C.* (Bibliotheca Orientalis 27), pp. 301-314.

BRINKMAN, J. (1976). *Materials and studies for Kassite history*. Chicago: University of Chicago.

BRINKMAN, J. (1980). «Kassiten». *Reallexikon der Assyriologie* 5, pp. 464-473.

BRUINS, H. J. (2001). «Near East chronology: towards an integrated ^{14}C time foundation» *Radiocarbon* 43, pp. 1.147-1.154.

BRUINS, H. J. (2003). *Radiocarbon dating as a time foundation: linking Egypt and Canaan in the Early Bronze and Iron Age*. Artículo presentado en la American Schools of Oriental Research, Atlanta (Georgia), 20 noviembre.

BRUINS, H. J.; MOOK, W. G. (1989). «The need for a radiocarbon chronology of Near Eastern archaeology». *Radiocarbon* 31: 1.019-1.029.

BRUINS, H. J.; VAN DER PLICHT, J. (1998). «Early Bronze Age Jericho: high-precision ^{14}C dates of short-lived palaeobotanic remains». *Radiocarbon* 40: 621-628.

BRUINS, H. J.; VAN DER PLICHT, J. (2001). «Radiocarbon challenges archaeo-historical time frameworks in the Near East: the Early Bronze Age of Jericho in relation to Egypt». *Radiocarbon* 43: 1.321-1.332.

BRYCE, T. R. (1985). «A suggested sequence of historical developments in Anatolia during the Assyrian colonial period». *Altorientalische Forschungen* 12: 259-268.

BRYCE, T. R. (1998). *The Kingdom of the Hittites*. Oxford: Clarendon.

BURTON M.; LEVY, T. E. (2001). «The Chalcolithic radiocarbon record and its use in Southern Levantine Archaeology» *Radiocarbon* 43: 1.223-1.246.

CALLAWAY, J. A.; WEINSTEIN, J. M. (1977). «Radiocarbon dating of Palestine in the Early Bronze Age». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 225: 1-16.

CASPERSON, L. W. (1986). «The lunar dates of Thutmose III». *Journal of Near Eastern Studies* 45: 139-150.

CASPERSON, L. W. (1988). «The lunar date of Ramses II». *Journal of Near Eastern Studies* 47: 181-184.
CLARK, R. M. (1978). «Bristlecone pine and ancient Egypt: a reappraisal». *Archaeometry* 20: 5-17.
CLARK, R. M.; RENFREW, C. (1973). «Tree-ring calibration of radiocarbon dates and the chronology of ancient Egypt». *Nature* 243: 265-270.
CORNELIUS, F. (1956). «Die Chronologie des vorderen Orients im 2. Jahrtausend v. Chr.». *Archiv für Orientforschung* 17: 294-309.
CORNELIUS, F. (1958). «Chronologie: Eine Erwiderung». *Journal of Cuneiform Studies* 12: 101-104.
CRAWFORD, H. E. W. (1991). *Sumer and the Sumerians*. Cambridge: Cambridge University Press.
CRYER, F. H. (2000). «Chronology: issues and problems». En: SASSON, J. M. (ed.). *Civilizations of the Ancient Near East* vol. 1. Peabody (Massachusetts): Hendrickson, pp. 651-664.
DERRICOURT, R. M. (1971). «Radiocarbon chronology for Egypt and North Africa». *Journal of Near Eastern Studies* 30: 271-292.
DEVER, W. G. (1992). «The chronology of Syria-Palestine in the Second Millennium B.C.E.: a review of current issues». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 288: 1-26.
DOGGET, L. E.; SCHAEFER, B. E. (1994). «Lunar crescent visibility». *Icarus* 107: 388-403.
DUBBERSTEIN, W. H. 1944. «Assyrian-Babylonian chronology (669-612 B.C.)». *Journal of Near Eastern Studies* 3: 38-42.
DUNHAM, S. (1983). «Notes on the relative chronology of early Northern Mesopotamia». *Journal of the Ancient Near Eastern Society* 15: 13-38.
EATON-KRAUSS, M. (1982). «Middle Kingdom coregencies and the Turin Canon». *Journal for the Society of the Study of Egyptian Antiquities* 12: 17-20.
EDWARDS, I. E. S. (1970). «Absolute dating from Egyptian records and comparison with Carbon-14 dating». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 269: 11-18.
EDZARD, D. O. (1960). «Die Beziehungen Babyloniens und Ägyptens in der mittelbabylonischen Zeit und das Gold». *Journal of the Economic and Social History of the Orient* 3: 38-55.
EDZARD, D. O. (1980). «Königslisten und Chroniken: A. Sumerisch». *Reallexikon der Assyriologie* 6: 77-86.
ELLIS, M. de J. (1983). «Correlation of archaeological and written evidence for the study of Mesopotamian institutions and chronology». *American Journal of Archaeology* 87: 503-507.
ELLIS, M. de J. (1986). «The chronological placement of King Rim-Anum». *Revue d'Assyriologie* 80: 65-72.
FINKELSTEIN, J. J. (1966). «The genealogy of the Hammurapi Dynasty». *Journal of Cuneiform Studies* 20: 95-118.

FRANKE, D. (1988). «Zur Chronologie des Mittleren Reiches (12.-18. Dynastie)–Teil I: Die 12. Dynastie; Teil II: Die sogenannte "Zweite Zwischenzeit" Altägyptens». *Orientalia* 57: 113-138, 245-274.

GARDINER, A. H. (1945). «Regnal years and civil calendars in Pharaonic Egypt». *Journal of Egyptian Archaeology* 31: 11-28.

GATES. M.-H. C. (1981). *Alalakh Levels VI and V: a chronological reassessment*». Monographs of the Ancient Near East: Syro-Mesopotamian Studies 4 (2). Malibú (California): Undena.

GELB, I. J. (1954). «Two Assyrian king lists». *Journal of Near Eastern Studies* 13: 209-230.

GERATY, L. T. (1974). «The Genesis genealogies as an index of time». *Spectrum* 6 (1-2): 5-18.

GILBOA, A.; SHARON, I. (2001). «Early Iron Age radiometric dates from Tel Dor: preliminary implications for Phoenicia and beyond». *Radiocarbon* 43: 1.343-1.352.

GILEAD, I. (1994). «History of the Chalcolithic Settlement in the Nahal Beer Sheva Area: the radiocarbon aspect». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 296: 1-13.

GLASS, J. T. (1984). «The problem of chronology in ancient Mesopotamia». *Biblical Archaeologist* 47: 92.

GOETZE, A. (1951). «The problem of chronology and Early Hittite history». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 122: 18-25.

GOETZE, A. (1957). «On the chronology of the Second Millennium B.C.». *Journal of Cuneiform Studies* 11: 53-74.

GOETZE, A. (1960). «The chronology of Shulgi Again». *Iraq* 22: 151-153.

GOETZE, A. (1964). «The Kassites and Near Eastern Chronology». *Journal of Cuneiform Studies* 18: 97-101.

GRAYSON, A. K. (1980). «Königslisten und Chroniken. B. Akkadisch». *Reallexikon der Assyriologie* 6: 77-135.

GRAYSON, A. K. (1992a). «Mesopotamia, History of (Assyria)». En: FREEDMAN, D. N. (ed.). *The Anchor Bible Dictionary.* Vol. 4. Nueva York: Doubleday, pp. 732-755.

GRAYSON, A. K. (1992b). «Mesopotamia, History of (Babylonia)». En: FREEDMAN, D. N. (ed.). *The Anchor Bible Dictionary.* Vol. 4. Nueva York: Doubleday, pp. 755-777.

GURNEY, O. R. (1974). «The Hittite Line of Kings and chronology». En: BITTEL, K.; HOUWINK TEN CATE, H. J.; REINER, E. (eds.). *Anatolian Studies Presented to Hans Gustav Güterbock on the Occasion of his 65th Birthday*. Istanbul: Nederlands Historisch-Archaeologisch Instituut, pp. 105-111.

GUY, F. (2003). «Interpreting Genesis 1 in the twenty-first century». *Spectrum* 31 (2): 5-16.

HAAS, H.; DEVINE, J.; WENKE, R.; LEHNER, M.; WOELFLI, W.; BONANI, G. (1987). «Radiocarbon chronology and the historical calendar in Egypt».

En: AURENCHE, O.; EVIN J.; HOURS, F. (eds.). *Chronologies in the Ancient Near East*. Londres: BAR (BAR International Series 379), pp. 585-606.

HACHMANN, R. (1977). «Assyrische Abstandsdaten und Absolute Chronologie». *Zeitschrift des Deutschen Palästina Vereins* 93: 97-130.

HALLO, W. W.; SIMPSON, W. K. (1971). *The ancient Near East: a history*. Nueva York: Harcourt Brace Jovanovich.

HANKEY, V. (1987). «The chronology of the Aegean Late Bronze Age». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987, Part 1*. Göteborg: Paul Åströms, pp. 39-59.

HASEL, M. G. (1994). «Israel in the Merneptah Stela». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 296: 45-61.

HASEL, M. G. (1998). «Domination and resistance: Egyptian military Activity in the Southern Levant, 1300-1185 B.C.». *Probleme der Ägyptologie* 11. Leiden: Brill.

HASEL, M. G. (2003). «Merenptah's inscription and reliefs and the origin of Israel». En: ALPERT-NAKHAI, B. (ed.). *The Near East in the Southwest: Essays in Honor of William G. Dever* (Annual of the American Schools of Oriental Research 58). Boston (Massachusetts): American Schools of Oriental Research.

HASEL, M. G. (2004). «The structure of the final hymnic-poetic unit on the Merenptah Stela». *Zeitschrift für die alttestamentliche Wissenschaft* 116: 75-81.

HASSAN, F. A. (1980). «Radiocarbon chronology of archaic Egypt». *Journal of Near Eastern Studies* 39: 203-207.

HASSAN, F. A. (1985). «Radiocarbon chronology of Neolithic and predynastic sites in Upper Egypt and the delta». *African Archaeological Review* 3: 95-116.

HASSAN, F. A.; ROBINSON, W. (1987). «High precision radio-carbon chronometry of ancient Egypt, and comparisons with Nubia, Palestine, and Mesopotamia». *Antiquity* 61: 119-135.

HAYES, W. C. (1970). «Chronology, Egypt - to the end of the Twentieth Dynasty». En: EDWARDS, I. E. S.; GADD, C. J; HAMMOND, N. G. L. *Cambridge Ancient History*. Vol. 1. 3ª ed. Cambridge: Cambridge University, pp. 173-193.

HELCK, W. (1956). «Untersuchungen zu Manetho und den ägyptischen Königslisten». En: *Untersuchungen* 18. Berlín: Akademie.

HELCK, W. (1987). «Was kann die Ägyptologie wirklich zu dem Problem der Absoluten Chronologie in der Bronzezeit beitragen?». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987, Part 1*. Göteborg: Paul Åströms, pp 18-26.

HENIGE, D. (1986). «Comparative chronology and the Near East: a case for symbiosis». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 261: 57-68.

HOLE, F.; HEIZER, R. F. (1973). *An introduction to prehistoric archaeology*. 3ª ed. Nueva York: Holt, Rinehart, and Winston.

HORNUNG, E. (1964). «Untersuchungen zur Chronologie und Geschichte des Neuen Reiches». *Ägytpologische Abhandlungen* 11. Wiesbaden: Harrassowitz.

HORNUNG, E. (1987). «Lang oder kurz? - Das Mittlere und Neuen Reich Ägyptens als Prüfstein». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987, Part 1*. Göteborg: Paul Åströms, pp. 27-36.

HUBER, P. J. (1987). «Astronomical evidence for the long and against the middle and short chronologies». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987, Part 1*. Göteborg: Paul Åströms, pp. 5-17.

HUBER, P. J. (2000). «Astronomy and ancient chronology». *Akkadica* 119 (20): 159-176.

HUBER, P. J.; SACHS A.; STOL, M.; WHITING, R. M.; LEICHTY, E.; WALKER, C. B. F.; VAN DRIEL, G. (1982). «Astronomical dating of Babylon I and Ur III». *Occasional Papers on the Near East* 1 (4). Malibú (California): Undena.

INGHAM, M. F. (1969). «The length of the Sothic cycle». *Journal of Egyptian Archaeology* 55: 36-40.

JOFFE, A.; DESSEL, J. P. (1995). «Redefining chronology and terminology for the Chalcolithic in the Southern Levant». *Current Anthropology* 36: 507-518.

JOHNSTON, J. O. D. (1973). «Problems of radiocarbon dating». *Palestine Exploration Quarterly* 105: 13-26.

KAHN, D. (2001). «The inscription of Sargon II at Tang-i Var and the chronology of Dynasty 25». *Orientalia* 70: 1-18.

KAISER, W. (1961). «Einige Bemerkungen zur ägyptischen Frühzeit». *Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde* 86: 39-61.

KANTOR, H. J. (1992). «The relative chronology of Egypt and its foreign correlations before the First Intermediate Period». En: EHRICH, R. W. (ed.). *Chronologies in Old World Archaeology*. 3ª ed. Chicago: University of Chicago Press, pp. 3-21.

KEEGAN, D. J. (2002). «Why early-historical radiocarbon dates downwind from the Mediterranean are too early». *Radiocarbon* 44: 225-237.

KEMP, B. (1980). «Egyptian radiocarbon dating: a reply to James Mellaart». *Antiquity* 54: 25-28.

KEMP, B. (1989). *Ancient Egypt: anatomy of a civilization*. Londres: Routledge.

KITCHEN, K. A. (1966). *Ancient Orient and Old Testament*. Londres: InterVarsity.

KITCHEN, K. A. (1987). «The basics of Egyptian chronology in relation to the Bronze Age». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an*

International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987, Part 1. Göteborg: Paul Åströms, pp. 37-55.

KITCHEN, K. A. (1989). «Supplementary notes on "The Basics of Egyptian Chronology"». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987, Part 3*. Göteborg: Paul Åströms.

KITCHEN, K. A. (1992). «Egypt, History of (Chronology)». En: FREEDMAN, D. N. (ed.). *The Anchor Bible Dictionary*, Vol. 2. Nueva York: Doubleday, pp. 321-331.

KITCHEN, K. A. (2000). 3.1. «Regnal and genealogical data of Ancient Egypt (Absolute Chronology I): the historical chronology of Ancient Egypt, "Current Assessment."». En: BIETAK, M. (ed.). *The Synchronisation of Civilizations in the Eastern Mediterranean in the Second Millennium B.C. Proceedings of the International Symposium at Schloß Haindorf, 15th-17th of November 1996 and at the Austrian Academy, Vienna 11th - 12th of May*. Viena: Österreichischen Akademie der Wissenschaften, pp. 39-52.

KNAPP, A. B. (1992). «Mesopotamia, History of (Chronology)». En: FREEDMAN, D.N. (ed.). *The Anchor Bible Dictionary*. Vol. 4. Nueva York: Doubleday, pp. 714-720.

KRAUSS, R. (1978). «Das Ende der Amarnazeit. Beiträge zur Geschichte und Chronologie des Neuen Reiches». *Hildesheimer Ägyptologische Beiträge* 7. Hildesheim: Gerstenberg.

KRAUSS, R. (1981). «Sothis, Elephantine und die altägyptische Chronologie». *Göttinger Miszellen* 50: 71-80.

KRAUSS, R. (1984). «Korrekturen und Ergänzungen zur Chronologie der MR und NR, ein Zwischenbericht». *Göttinger Miszellen* 70: 37-43.

KRAUSS, R. (1985). «Sothis- und Monddaten. Studien zur astronomischen und technischen Chronologie altägyptens». *Hildesheimer Ägyptologische Studien* 20. Hildesheim: Gerstenberg.

KRAUSS, R. (1998). «Altägyptische Sirius- und Monddaten aus dem 19. und 18. Jahrhundert vor Christi Geburt (Berliner Illahun-Archiv)». *Ägypten und Levante* 8: 113-123.

KRAUSS, R. (1999). «Nähere Mitteilungen über Seth/Merkur und Horusauge/Venus im großen Tagewählkalendar». *Studien zur Altägyptischen Kultur* 27: 233-254.

KUGLER, F. X. (1912). *Sternkunde und Sterndienst in Babel*, Teil II, Heft 1. Münster: Aschendorff.

KUGLER, F. X. (1924). *Sternkunde und Sterndienst in Babel*, Teil II, Heft 2. Münster: Aschendorff.

LANDSBERGER, B. (1949). «Jahreszeiten im Sumerisch-Akkadischen». *Journal of Near Eastern Studies* 8: 248-297.

LANDSBERGER, B. (1954). «Assyrische Königsliste und "Dunkles Zeitalter"». *Journal of Cuneiform Studies* 8: 31-45, 47-73, 106-133.

LANGDON, S.; FOTHERINGHAM, J. K.; SCHOCH, C. (1928). *The Venus Tablet of Ammizaduga: a solution of Babylonian chronology by means of the Venus observations of the First Dynasty*. Oxford: Oxford University Press.
LARSEN, M. T. (1976). *The old Assyrian city-state and its colonies*. Copenhage: Akademisk.
LEITZ, C. (1989). «Studien zur ägyptischen Astronomie». *Ägytpologische Abhandlungen* 49. Wiesbaden: Harrassowitz.
LIBBY, W. F. (1955). *Radiocarbon dating*. 2ª ed. Chicago: University of Chicago Press.
LIBBY, W. F. (1963). «The accuracy of radiocarbon dates». *Antiquity* 37: 216-220.
LONG, R. D. (1974). «A re-examination of the Sothic Chronology of Egypt». *Orientalia* 43: 261-274.
LONG, R. D. (1976). «Ancient Egyptian chronology, radiocarbon dating and calibration». *Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde* 103: 30-48.
LUFT, U. (1982). «Illahunstudien, I: Zu der Chronologie und den Beamten in den Briefen aus Illahun». *Oikumene* 3: 101-156.
LUFT, U. (1983). «Illahunstudien, II: Ein Verteidigungsbrief aus Illahun». Oikumene 4: 121-179.
LUFT, U. (1986). «Illahunstudien, III: Zur sozialen Stellung des Totenpriestes im Mittleren Reich». *Oikumene* 5: 117-153.
LUFT, U. (1989). «Illahunstudien, IV: Zur chronologischen Verwertbarkeit des Sothisdatums». *Studien zur altägyptischen Kultur* 16: 217-233.
LUFT, U. (1992). «Die Chronologische Fixierung des ägyptischen Mittleren Reiches nach dem Tempelarchiv von Illahun». En: *Siztungsberichte, Österreichische Akademie der Wissenschaften, phil.-Hist. Kl.*, 598. Band. Viena: Österreichische Akademie der Wissenschaften.
MANNING, S. W. (1995). *The absolute chronology of the Aegean Early Bronze Age: archaeology, radiocarbon and history*. Sheffield: Sheffield Academic.
MAZAR, A.; CARMI, I. (2001). «Radiocarbon dates from Iron Age strata at Tel Beth Shean and Tel Rehov». *Radiocarbon* 43: 1.333-1.342.
McCLELLAN, T. (1989). «The chronology and ceramic assemblages of Alalakh». En: LEONARD, A., Jr.; WILLIAMS, B. (eds.) *Essays in Ancient Civilization Presented to Helen J. Kantor.* Chicago: Oriental Institute, University of Chicago Press, pp. 181-212.
McKERRELL, H. (1975). «Correction procedures for C-14 dates». En: WATKINS, T. (ed.). *Radiocarbon: Calibration and Prehistory*. Edimburgo: Edinburgh University, pp. 47-100.
MELLAART, J. (1979). «Egyptian and Near Eastern chronology: a dilemma?». *Antiquity* 53: 6-22.
MELLAART, J. (1980). «James Mellaart replies to his critics». *Antiquity* 54: 225-227.
MERRILLEES, R. S. (1992). «The absolute chronology of the Bronze Age in Cyprus». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 288: 47-52.

MICHAEL, H. N.; RALPH, E. K. (1970). «Correction factors applied to Egyptian radiocarbon dates from the era before Christ». En: OLSSON, I. U. (ed.). *Radiocarbon Variations and Absolute Chronology*. Estocolmo: Almqvist and Wiksell, pp. 109-119.

MILLARD, A. R. (1994). *The Eponyms of the Assyrian Empire, 910-612 BC.* (State Archives of Assyria Studies 2). Helsinki: Neo-Assyrian Text Corpus Project.

MILLARD, A. R. (1995). «Observations from the Eponym Lists». En: PARPOLA, S.; WHITING, R. M. (eds.). *Assyria 1995. Proceedings of the 10th Anniversary Symposium of the Neo-Assyrian Text Corpus Project*. Helsinki, *September 7-11*, 1995. Helsinki: The Neo-Assyrian Text Corpus Project, pp. 207-215.

MOOREY, P. R. S. (1987). «On tracking cultural transfers in prehistory». En: ROWLANDS, M.; LARSEN, M. T.; KRISTIANSEN, K. (eds.) *Centre and Periphery in the Ancient World. New Directions in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 36-46.

MUNN-RANKIN, M. (1980). «Mesopotamian chronology: a reply to James Mellaart». *Antiquity* 54: 128-129.

MURNANE, W. J. (1977). *Ancient Egyptian coregencies*. Studies in Ancient Oriental Civilization 40. Chicago: Oriental Institute, University of Chicago.

MURNANE, W. J. (1997). «Three kingdoms and thirty-four dynasties». En: SILBERMAN, D. P. (ed.). *Ancient Egypt*. Nueva York: Oxford University, pp. 20-39.

NA AMAN, N. (1984). «Statements of time-spans by Babylonian and Assyrian Kings and Mesopotamian chronology». *Iraq* 46: 115-123.

NA AMAN, N. (1995). «Chronology and history in the Late Assyrian Empire (631-619 BC)». *Zeitschrift für Assyriologie und Vorderasiatische Archäologie* 81: 243-267.

NEUGEBAUER, O. (1929). *Astronomische Chronologie*. Vols. 1-2. Berlín: Walter de Gruyter.

NEUGEBAUER, O. (1938). «Die Bedeutungloskeit der "Sothisperiode" für die älteste ägyptische Chronologie». *Acts Orientalia* 17: 169-195.

NEUGEBAUER, O. (1939). «Chronologie und babylonischer Kalendar». *Orientalische Literaturzeitung* 42: 403-414.

NEUGEBAUER, O. (1942). «The origin of the Egyptian calendar». *Journal of Near Eastern Studies* 1: 396-403.

NEUGEBAUER, O. (1974). *A history of ancient mathematical astronomy. Part 2*. Berlín: Springer.

NEUMANN, H. (1995). «Die Berichte der Astrologen in die Assyrische Könige, ihre astronomische Inhalt und ihre zeitliche Einordnung». *Weiner Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes* 85: 239-264.

NISSEN, H. J. 1981. «Bemerkungen zur Listenliteratur Vorderasiens im 3. Jahrtausend». En: CAGNI, L. (ed.). *La lingua di Ebla*. Nápoles: Istituto Universitario Orientale, pp. 99-108.

NISSEN, H. J. (1988). *The early history of the ancient Near East, 9000-2000 B.C.* Chicago: University of Chicago.

OLSSEN, I. U. 1987. «Carbon 14-dating and interpretation of the validity of some dates from the Bronze Age in the Aegean». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987*, Part 1. Göteborg: Paul Åströms, pp. 4-38.

PARKER, R. A. (1950). *The calendars of Ancient Egypt*. Studies in Ancient Oriental Civilization 26. Chicago: Oriental Institute, University of Chicago.

PARKER, R. A. (1957a). «The lunar dates of Thutmoses III and Ramesses II». *Journal of Near Eastern Studies* 16: 39-43.

PARKER, R. A. (1957b). «The length of the reign of Amasis and the beginning of the Twenty-Sixth Dynasty». *Mitteilungen der deutschen archäologischen Instituts* 15: 208-214.

PARKER, R. A. (1957c). «The length of the reign of Ramses X». *Revue d'égyptologie* 11: 163-64.

PARKER, R. A. (1976). «The Sothic dating of the Twelfth and Eighteenth Dynasties». En: *Studies in Honor of George R. Hughes. Studies in Ancient Oriental Civilization* 39. Chicago: Oriental Institute, University of Chicago, pp. 177-189.

PARKER, R. A.; DUBBERSTEIN, W. H. (1956). *Babylonian chronology, 626 B.C.-A.D. 75*. Providence: Brown University.

PEARSON, G. W. (1987). «How to cope with calibration». *Antiquity* 61: 98-103.

PEARSON, G. W.; STUIVER, M. (1986). «High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-600 BC.». *Radiocarbon* 28: 805-838.

PETRIE, W. M. F. (1906). *Researches in Sinai*. Nueva York: Dutton.

POEBEL, A. (1942). «The Assyrian King List from Khorsabad». *Journal of Near Eastern Studies* 1: 247-306; 2: 56-90.

PORADA, E.; HANSEN, D. P.; DUNHAM, S.; BABCOCK; S. (1992). «The chronology of Mesopotamia, ca. 7000-1600 BC.». En: EHRICH, R. W. (ed.). *Chronologies in Old World Archaeology*. Chicago: University of Chicago, pp. 77-121.

RAWLINSON, H.; SMITH, G. (1870). *Cuneiform inscriptions of Western Asia*. Vol. 3. Londres: Bowler.

READE, J. (1981). *Mesopotamian guidelines for biblical chronology*. Monographic Journals of the Near East: Syro-Mesopotamian Studies 4 (1). Malibú (California): Undena.

REDFORD, D. B. (1966). «On the chronology of the Egyptian Eighteenth Dynasty». *Journal of Near Eastern Studies* 25: 113-124.

REDFORD, D. B. (1986). *Pharaonic king-lists, annals and day-books*. Missisauga: Ben-Ben.

REINER, E.; PINGREE, D. (1975). *The Venus Tablet of Ammisaduqa*. Bibliotheca Mesopotamica 2 (1). Malibú (California): Undena.

ROCHBERG, F. (2000). «Astronomy and calendars in Ancient Mesopotamia». En: SASSON, J. M. (ed.). *Civilizations of the Ancient Near East*. Vol. 3. Peabody (Massachusetts): Hendrickson, pp. 1.925-1.940.

ROBINS, G. (2000). «Mathematics, astronomy and calendars in Pharaonic Egypt». En: SASSON, J. M. (ed.). *Civilizations of the Ancient Near East*, vol. 3. Peabody (Massachusetts): Hendrickson, pp. 1.799-1.813.

ROWTON, M. B. (1960). «The date of the Sumerian King List». *Journal of Near Eastern Studies* 19: 156-163.

ROWTON, M. B. (1962). «Chronology. Ancient Western Asia». En: EDWARDS, I. E. S.; GADD, C. J.; HAMMOND, N. G. L. (eds.). *Cambridge Ancient History*. Vol 1. 3ª ed. Chicago: University of Chicago.

SAVAGE, S. H. (2001). «Towards an AMS radiocarbon chronology of Predynastic Egyptian ceramics». *Radiocarbon* 43: 1.255-1.278.

SÄVE-SÖDERBERGH, T.; OLSSON, I. U. (1970). «C-14 dating and Egyptian chronology». En: OLSSON, I. U. (ed.). *Radiocarbon Variation and Absolute Dating*. Estocolmo: Almqvist and Wiksell, p. 35.

SAYRE, E. V.; YENER, K. A.; JOEL, E. C.; BARNES, I. L. (1992). «Statistical evaluation of the presently accumulated lead isotope data from Anatolia and surrounding regions». *Archaeometry* 34: 73-105.

SCHAEFER, B. E. (1993). «Astronomy and the limits of vision». *Vistas in Astronomy* 36: 311-361.

SCHAEFER, B. E. (1996). «Lunar crescent visibility». *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 37: 759-768.

SCHAEFER, B. E. (2000). «The heliacal rise of Sirius and ancient Egyptian astronomy». *Journal of the History of Astronomy* 31: 149-155.

SCHAEFER, B. E.; LILLER, W. (1990). «Refraction near the horizon». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 102: 796-805.

SCHIFFER, M. B. (1986). «Radiocarbon dating and the "old wood" problem: the case of the Hohokam chronology». *Journal of Archaeological Science* 13: 13-30.

SCHIFFER, M. B. (1987). *Formation processes of the archaeological record*. Albuquerque: University of New Mexico.

SCHWARTZ, G. M.; WEISS, H. (1992). «Syria, ca. 10,000-2000 B.C.». En: EHRICH, R. W. (ed.). *Chronologies in Old World Archaeology*. 3ª ed. Chicago: University of Chicago, pp. 221- 243 (vol. I), 185-202 (vol. II).

SHAW, I. M. E. (1985). «Egyptian chronology and the Irish Oak calibration». *Journal of Near Eastern Studies* 44: 295-317.

SIDERSKY, D. (1941). «Nouvelle étude sur la chronologie de la dynastie hammurapienne». *Revue d'Assyriologie* 37: 45-54.

SIMPSON, W. K. (1957). «The single-dated monuments of Sesostris I: an aspect of the institution of coregency in the Twelfth Dynasty». *Journal of Near Eastern Studies* 15: 214-219.

SIMPSON, W. K. (1972). «A tomb chapel relief of the reign of Amunemhet III and some observations on the length of the reign of Sesostris III». *Chronique d'Égypte* 93/94: 45-54.

SIMPSON, W. K. (1984). «Sesostris II, Sesostris III. Cols. 899-906». En: HELCK, W.; WESTENDORFF, W. (eds.) *Lexikon der Ägyptologie* 5. Wiesbaden: Harrassowitz.

SMITH, H. S. (1964). «Egypt and C-14 dating». *Antiquity* 38: 32-37.

SMITH, S. (1940). *Alalakh and chronology*. Londres: Luzac.

SMITH, S. (1945). «Middle Minoan I-II and Babylonian chronology». *American Journal of Archaeology* 49: 1-24.

SPALINGER, A. (1992). «Night into day». *Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde* 119: 144-156.

SPALINGER, A. 1994. «Calendrical comments». *Bibliotheca Orientalis* 51 (1-2): 6-19.

SPALINGER, A. (1995a). «Notes on the ancient Egyptian calendars». *Orientalia* 64: 17-32.

SPALINGER, A. (1995b). «Some remarks on the Epagomenal days in ancient Egypt». *Journal of Near Eastern Studies* 54: 33-47.

SPALINGER, A. (2001). «Chronology and periodization». En: REDBORD, D. B. (ed.). *The Oxford Encyclopedia of Ancient Egypt*. Oxford: Oxford University, pp. 264-268.

STAGER, L. E. (1992). «The periodization of Palestine from Neolithic through Early Bronze times». En: EHRICH, R. W. (ed.) *Chronologies in Old World Archaeology*. Chicago: University of Chicago, pp. 22-41.

STEK, J. H. (1990). «What says the Scripture?». En: VAN TIL, H. J.; SNOW, R. E.; STEK, J. H.; YOUNG, D. A. (eds.) *Portraits of Creation: Biblical and Scientific Perspectives on the World's Formation*. Grand Rapids (Michigan): Eerdmans, pp. 203-265.

STROUHAL, E.; GABALLAH, M. F.; BONANI, G.; WÖLFLI, W.; NEMECKOVÁ, A.; SAUNDERS, S. (1998). «Re-investigation of the remains thought to be of King Djoser and those of an unidentified female from the Step Pyramid at Saqqara». *Proceedings of the Seventh International Congress of Egyptologists*. Lovaina: Peeters,. pp. 1.103-1.107.

STUIVER, M.; BRAZIUNAS, T. F. (1993). «Modeling atmospheric ^{14}C influences and ^{14}C ages of marine samples to 10,000 B.C.». *Radiocarbon* 35: 137-189.

STUIVER, M.; PEARSON, G. W. (1986). «High precision decadel calibration of the radiocarbon time-scale, 500-2500 BC.». *Radiocarbon* 28: 839-863.

STUIVER, M.; REIMER, P. J.; BARD, E.; BECK, J. W.; BURR, G. S.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; McCORMAC, G.; VAN DER PLICHT, J.; SPURK, M. (1998). «INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP». *Radiocarbon* 40: 1.041-1083.

TAYLOR, R. E. (1987). *Radiocarbon dating: an archaeological perspective*. Orlando: Academic.

TAYLOR, R. E. (1997). «Radiocarbon dating». En: TAYLOR, R. E.; AITKEN, M. J. (eds.). *Chronometric Dating in Archaeology*. Advances in Archaeological and Museum Science 2. Nueva York: Plenum.

TAYLOR, R. E. (2000). «Radiocarbon dating: continuing problem for young Earth creationists». En: HAYUWARD, J. E. (ed.). *Creation Reconsidered: Scientific, Biblical and Theological Perspectives*. Roseville (California): Association of Adventist Forums, pp. 81-104.

TAYLOR, R. E.; LONG, A.; KRA, R. S. (eds.) (1992). *Radiocarbon after four decades: an interdisciplinary perspective*. Nueva York: Springer.

TAYLOR, R. E.; AITKEN, M. J. (eds.) (1997). *Chronometric dating in archaeology*. Advances in Archaeological and Museum Science 2. Nueva York: Plenum.

THOMPSON, A. (1991). *Inspiration: hard questions, honest answers*. Hagerstown (Maryland): Review and Herald.

THUREAU-DANGIN, F. (1942). «La chronologie de la première dynastie babylonienne». *Mémoires de l'Académie des Inscriptions* 43.

TINDEL, R. D. (1976). «Mesopotamian chronology». En: CRIM, K. (ed.). *Interpreter's Dictionary of the Bible*. Nashville: Abingdon, Supplement, pp. 158-161.

TUMAN, V. S. 1987. «Astrological omens from lunar eclipses as a source for Babylonian chronology: confirms the long chronology». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22nd August 1987, Part 1*. Göteborg: Paul Åströms, pp. 197-206.

UNGNAD, A. (1938a). «Datenlisten». *Reallexikon der Assyriologie* 2: 131-194.

UNGNAD, A. 1938b. «Eponymen». *Reallexikon der Assyriologie* 2: 412-457.

UNGNAD, A. (1940). «Die Venustafeln und das 9. Jahr Samsuilunas (1741 v. Chr.)». *Mitteilungen der Altorientalischen Gesellschaft*, Band 13, Heft 3. Leipzig: Harrassowitz.

VAN DER PLICHT, J.; BRUINS, H. J. (2001). «Radiocarbon dating in Near Eastern contexts: confusion and quality control». *Radiocarbon* 43: 1.155-1.166.

WADDELL, W. G. (1940). *Manetho* (LCL, no. 350). Cambridge (Massachusetts): Harvard University.

WARD, G. K.; WILSON, S. R. (1978). «Procedures for comparing and combining radiocarbon dates: a critique». *Archaeometry* 20: 19-31.

WARD, W. A. (1984). «Royal-name scarabs». En: TUFNELL, O. (ed.). *Scarab Seals and Their Contribution to History in the Early Second Millennium B.C.* (Studies in Scarab Seals 2). Warminster: Aris and Phillips, pp. 151-192.

WARD, W. A. (1992). «The present status of Egyptian chronology». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 288: 53-66.

WARD, W. A. (1999). «Dating, Pharaonic». En: BARD, K. A. (ed.). *Encyclopedia of the Archaeology of Ancient Egypt*. Londres: Routledge, pp. 229-233.

WATKINS, T. (ed.) (1975). *Radiocarbon: calibration and prehistory*. Edimburgo: Edinburgh University.

WEIDNER, E. F. (1926). «Die grosse Königsliste aus Assur». *Archiv für Orientforschung* 3: 67-77.

WEIDNER, E. F. (1945-51). «Bemerkungen zur Königsliste aus Chorsabad». Archiv für Orientforschung 15: 87-95.
WEIDNER, E. F.; EBELING, E.; MEISSNER, B. (1928). *Die Inschriften der altassyrischen Könige*, vol. 1. Leipzig: Altorientalische Bibliothek.
WEIGALL, A. E. P. (1910). *A guide to the antiquities of Upper Egypt*. Nueva York: MacMillan.
WEIGALL, A. E. P. (1921). *A history of the Pharaohs*, vol. 1. Londres: Dutton.
WEINER, M., *et al.* (1995). «Discussion». *Ägypten und Levante* 5: 121-132.
WEINSTEIN, J. M. (1980). «Palestinian radiocarbon dating: a reply to James Mellaart». *Antiquity* 54: 21-24.
WEINSTEIN, J. M. (1984). «Radiocarbon dating in the Southern Levant». *Radiocarbon* 26: 297-366.
WEINSTEIN, J. M. (1989). «Review: chronologies in the Ancient Near East». *Radiocarbon* 31: 101-103.
WEINSTEIN, J. M. (1992). «The chronology of Palestine in the Early Second Millennium BCE». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 288: 27-46.
WELLS, R. A. (1985). «Sothis and the Satet Temple on Elephantine: a direct connection». *Studien zur Altägyptischen Kultur* 12: 255-302.
WELLS, R. A. (2002[a]). «The role of astronomical techniques in Ancient Egyptian chronology: the use of lunar month lengths in absolute dating». En: STEELE, J. M.; IMHAUSEN, A. (eds.). *Under One Sky: Astronomy and Mathematics in the Ancient Near East*. Münster: Ugarit.
WELLS, R. A. (2002b). «Review of Rose 1999». *Journal of Near Eastern Studies* 61: 311-315.
WENDORF, F. (1992). «The impact of radiocarbon dating on North African archaeology». En: TAYLOR, R. E.; LONG, A.; KRA, R. S. (eds.). *Radiocarbon After Four Decades: An Interdisciplinary Perspective*. Nueva York: Springer, pp. 309-323.
WENTE, E. F.; VAN SICLEN, C. C. (1976). «A chronology of the New Kingdom». En: JOHNSON, J.; WENTE, E. F. (eds.). *Studies in Honor of George R. Hughes. Studies in Ancient Oriental Civilization* 39. Chicago: Oriental Institute, University of Chicago, pp. 217-261.
WILHELM, G.; BOESE, J. (1987). «Absolute Chronologie und die hethitische Geschichte des 15. und 14. Jahrhunderts v. Chr.». En: ÅSTRÖM, P. (ed.). *High, Middle, or Low? Acts of an International Colloquium of Absolute Chronology Held at the University of Gothenburg, 20th-22d August 1987, Part 1*, Göteborg: Paul Åströms, pp. 74-117.

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

BIOGEOGRAFÍA: LAS RANAS VINCULAN LAS SEYCHELLES CON LA INDIA

BIJU, S. D.; BOSSUYT, F. (2003). «New frog family from India reveals an ancient biogeographical link with the Seychelles». *Nature* 425: 711-714.

Resumen: Una nueva especie de ranas descubierta en India Occidental representa a una familia de ranas cavadoras desconocida anteriormente. Tomando como base la comparación de secuencias de ADN, la nueva familia, *Nasikabatrachidae*, tiene su mayor similitud con las *Sooglosidae* de las Islas Seychelles. Sin embargo, ambos grupos de ranas son bastante distintos genéticamente.

Comentario: La geología pone en evidencia los vínculos que existieron en el Mesozoico entre el subcontinente indio y Madagascar y las Seychelles. Este descubrimiento está en acuerdo con la idea de que la India y las Seychelles estuvieron unidas en el pasado, aunque no haya ninguna prueba fósil que lo atestigüe. No obstante, la biogeografía de la India presenta muchas anomalías. El registro fósil de la India comparte tantas familias de vertebrados terrestres con los continentes del Norte como con los del Sur; o incluso más. Ello es así incluso para los sedimentos depositados cuando la India, supuestamente, se unió al continente del sur, Gondwana, tras separarse del continente norte, Laurasia. La paleobiogeografía de la India continúa siendo un enigma.

FILOGENIA DE LAS AVES: MENOS MOAS

HUYNEN, L.; MILLAR, C. D.; SCOFIELD, R. P.; LAMBERT, D. M. (2003). «Nuclear DNA sequences detect species limits in ancient moa». *Nature* 425: 175-178.

Resumen: Los moas eran unas aves de gran tamaño parecidas a los avestruces que habitaron en Nueva Zelanda y se extinguieron hace ya varios siglos. El número de sus especies ha sido una cuestión de interés. Los primeros en describir esqueletos de moa nombraron, al menos, 64 especies pertenecientes a alrededor de 20 géneros. Durante los últimos 25 años, sobre la base de que los moas tenían dimorfismo sexual y el tamaño de cada individuo era altamente variable, el número de especies se ha reducido a 11. El ADN nuclear recuperado a partir de huesos de moa indica que las tres "especies" del género *Dinoris* en realidad representan dos grupos, uno procedente de la Isla Norte y otro de la Isla Sur. Esto aún reduce en una más el número de especies de moas y deja la puerta abierta para justificar posteriores reducciones.

Comentario: Los moas pueden haber sido aún más variables morfológicamente que las especies de aves modernas. Hasta dónde se extiende esta tendencia en el resto del registro fósil, sigue siendo una incógnita. Otro problema es la tendencia de los paleontólogos a dar un nombre distinto a especímenes que son ligeramente diferentes, en especial si se encuentran en yacimientos separados. Ambos puntos muestran la necesidad de ser cautos a la hora de interpretar los modelos de las relaciones evolutivas basados únicamente en el material procedente de esqueletos.

FILOGENIA DE LAS AVES: ¿DÓNDE ENCAJA EL HOATZÍN?

SORENSON, M. D.; ONEAL, E.; GARCÍA-MORENO, J.; MINDELL, D. P. (2003). «More taxa, more characters: the hoatzin problem is still unresolved». *Molecular Biology and Evolution* 20: 1.484-1.499.

Resumen: El hoatzín es un ave de Sudamérica cuyos rasgos únicos dificultan su clasificación. Trabajos previos han asociado al hoatzín con los cucos, los faisanes o los turacos. Las comparaciones del ADN nuclear descartan cualquier relación con los faisanes y la hacen altamente improbable con los cucos. Se ha encontrado algún débil apoyo para su relación con los halcones o las tórtolas, pero parece que el hoazín no tiene ningún pariente próximo identificado. Los trabajos que relacionaban al hoatzín con los turacos estaban basados en secuencias de ADN mitocondrial con numerosos errores.

Comentario: El hoatzín es un ave de enigmáticas afinidades, cuya área de distribución se restringe a Sudamérica y sin ancestros fósiles conocidos. La importancia de su identificación previa como un turaco ya se comentó en *Origins* (vol. 52, p. 42, edición en inglés).

CREACIÓN Y "PÍLDORAS MÁGICAS"

HAM, K. (2003).
«Searching for the "magic bullet"». *Creation* 25 (2): 34-37.

Resumen: La historia del creacionismo está jalonada de episodios de aceptación acrítica de cualquier argumento que apoye la creación. Para gran desaliento de los legos en la materia, varias de esas afirmaciones espurias han sido refutadas por los científicos creacionistas. Los partidarios del creacionismo deberían afanarse por discernir entre los argumentos sensatos y las afirmaciones carentes de toda base. Sin embargo, demasiados están ansiosos por encontrar la "píldora mágica" que demuestre la creación y refute, de una vez por todas, la evolución. No es probable que suceda. Ni tan siquiera es necesario. Nunca tendremos todas las respuestas; por lo que es más importante conocer las limitaciones de nuestros conocimientos que ser capaces de apabullar a alguien cuyos puntos de vista difieran de los nuestros. Unos y otros disponen de las mismas pruebas. Los creacionistas deberían aprender a interpretarlas a través del filtro de la historia bíblica de la Tierra.

Comentario: Esta declaración es una bocanada de aire fresco y debería ser leída concienzudamente por todos los creacionistas. Si se pusiera en práctica, el resultado sería, sin lugar a dudas, un avance en nuestra comprensión colectiva y un respeto mayor entre aquellos cuya opinión no compartimos.

DISEÑO: CONVERGENCIA DE COMPLEJIDAD IRREDUCIBLE

KESEL, A. B.; MARTIN, A.; SEIDL, T. (2003). «Adhesion measurements on the attachment devices of the jumping spider *Evarcha arcuata*». *Journal of Experimental Biology* 206: 2.733-2.738.
KESEL, A. B.; MARTIN, A.; SEIDL, T. (2004). «Getting a grip on spider attachment: an AFM approach to microstructure adhesion in arthropods». *Smart Materials and Structures* 13: 512-518.

Resumen: La cutícula o exoesqueleto de los artrópodos está compuesta por un polisacárido, la quitina, combinado con lípidos y proteínas. Ese material es notable por su escasa adherencia a las superficies aunque muchos artrópodos son capaces de andar sobre superficies pulidas verticales como los cristales de las ventanas o una pared pintada. Se sabe que, en al menos algunos insectos, la capacidad de sujetarse a las superficies pulidas está mediada por un fluido oleoso.[1] En estos dos artículos casi idénticos, Kesel y sus colegas muestran que la araña saltadora *Evarcha arcuata* recurre a un mecanismo distinto en el que intervienen las fuerzas de Van der Waal. Miles de finas fibras, las sétulas, situadas en las patas de esas arañas interactúan con las superficies con las que están en contacto aprovechando la débil fuerza intermolecular de Van der Waal. Se estima que cada espécimen posee 624.000 sétulas, las cuales, actuando a la vez, pueden sujetar una masa equivalente a 160-173 veces el cuerpo de una *E. arcuata*.

Comentario: Se sabe que los gecónidos usan un sistema de sujeción idéntico al descrito por Kesel y sus colegas.[2] En sus propias palabras, «los sistemas de sujeción de las arañas y los gecónidos muestran similitudes asombrosas.»[3] Lo cual es digno de mención, dada la profunda diferencia de los materiales que se en-

cuentran en la cutícula de los artrópodos y la piel de los reptiles: quitina y queratina, respectivamente. Presumiblemente, llegar a una solución similar al problema de la sujeción requeriría mecanismos genéticos, de desarrollo y bioquímicos muy distintos, dadas las profundas diferencias existentes entre artrópodos y vertebrados.

Atendiendo al mecanismo mediante el cual se da la sujeción en ambos taxones, explicar las similitudes morfológicas de las patas de los gecónidos y las arañas saltadoras como un ejemplo espectacular de evoluciones convergentes no parece plausible. El problema es que las fuerzas de Van der Waal solo actúan a distancias muy cortas. Además, son relativamente débiles. Para aprovecharlas se requiere tanto un gran número de pelos, como que estos sean muy pequeños. No es evidente ningún proceso gradual que lleve al fenómeno observado en las arañas saltadoras y los gecónidos; una reducción gradual del tamaño de los pelos de las patas no daría ningún resultado hasta que descendiera por debajo de un umbral muy reducido. Además, aun cuando los pequeños pelos ya estuvieran presentes en las patas, deberían mostrar unas propiedades mecánicas, incluidas la elasticidad y la flexibilidad, que permitieran una superficie de contacto eficiente. Si deben ser capaces de generar una fuerza suficiente para sujetar las arañas o los gecónidos sobre superficies pulidas, estos pelos deben estar presentes en densidades muy altas.

Quizá se podría argumentar que la fuerza de tracción está directamente relacionada con la cantidad de pelillos; por lo que la selección natural favorecería a aquellos individuos cuyas patas tuvieran más pelos. Esta hipótesis se basa en un proceso que, de forma aleatoria, produce los primeros pelillos y sobreentiende que menos pelos de mayor tamaño no serían una solución mejor para el problema de la tracción. Además, la tracción generada mediante este mecanismo tiene la desventaja de requerir una importante fuerza a la hora de levantar las patas de la superficie; algo que, presumiblemente, se consigue a través de una modificación del modo en que las patas se

separan de una superficie. Por lo tanto, el coste de tener "patas pegajosas" que no son lo suficientemente adhesivas como para poder trepar por superficies pulidas superaría las ventajas.

El uso de pequeños pelos para aprovechar las fuerzas de Van der Waal a la hora de sujetarse a superficies pulidas parece que es una compleja, aunque elegante, solución a un problema difícil. Esta solución puede ser explicada lógica y razonablemente en el contexto de unas causas inteligentes, pero presenta dificultades cuando se invocan las modificaciones aleatorias acompañadas de la selección natural. El hecho de que este mecanismo ahora se conoce en dos taxones muy distintos plantea un problema, puesto que ningún ancestro común podría haber proporcionado una solución tan ingeniosa a través de la herencia genética y, por lo tanto, debería haber evolucionado múltiples veces. Sin embargo, un Diseñador Inteligente sería libre de emplear la misma solución en distintos organismos. (Timothy Standish)

---

[1] WALKER, G. (1993). «Adhesion to smooth surfaces by insects - a review». *International Journal of Adhesion and Adhesives* 13: 3 -7.

[2] AUTUMN, K.; LIANG, Y. A.; HSIEH, S. T.; ZESCH, W.; CHAN, W. P.; KENNY, T. W.; FEARING, R.; FULL, R. J. (2000). «Adhesive force of a single gecko foot-hair». *Nature* 405: 684-688.

[3] KESEL, A. B.; MARTIN, A. B.; SEIDL, T. (2004). «Getting a grip on spider attachment: an AFM approach to microstructure adhesion in arthropods». *Smart Materials and Structures* 13: 512-518.

DUPLICACIÓN GENÉTICA Y EVOLUCIÓN DE LAS PROTEÍNAS

BEHE, M. J.; SNOKE, D. W. (2004).
«Simulating evolution by gene duplication of protein features that require multiple amino acid residues». *Protein Science* 13: 1-14.

Resumen: Una explicación habitual para el origen de nuevos genes involucra la duplicación de un gen ya funcional seguida de la modificación de una de las copias de modo que se produzca una nueva función. Behe y Snoke examinan este concepto usando modelos matemáticos e índices de duplicación y mutación genética publicados. Su modelo asume el camino más simple para producir nuevas funciones genéticas: un gen duplicado libre de cualquier selección purificadora y sujeto a una mutación puntual pero no a una recombinación. Además, ponen en consideración un número importante de modificaciones que deberían darse en el gen para que este tuviera una función nueva. A causa de que el número de cambios necesario para las nuevas funciones es mayor que la alteración de un solo aminoácido y el número de cambios que el ADN necesita por cada aminoácido varía entre 1 y 3, las estimaciones definitivas resultan difíciles. Pero cuando se evalúa la validez del modelo duplicación-mutación cualquier estimación razonable es útil, atendiendo especialmente a su amplia aceptación.

Behe y Snoke demuestran que, con unas estimaciones generosas, la fijación de las características que requieren cambios en múltiples residuos requiere unos volúmenes de población y unas sucesiones generacionales que «parecen prohibitivos.» Por ello llegan a la conclusión que la duplicación genética, acompañada con mutaciones puntuales, no parece ser un mecanismo prometedor a la hora de producir nuevas funciones en las proteínas que requieren más de una única mutación.

Comentario: Este artículo no excluye la posibilidad de que otros mecanismos más complejos que involucren grandes mutaciones o selecciones de estadios intermedios y actúen sobre los genes duplicados puedan servir de motores para la producción de nuevos genes. El problema reside en el hecho de que esos otros mecanismos parecen más complejos y, por lo tanto, menos probables que el conceptualmente simple modelo de duplicación-mutación que Behe y Snoke examinan. Mientras que sugiere que se debería examinar rigurosamente otros mecanismos antes de descartar la duplicación genética y la modificación como un mecanismo potencial de evolución, su artículo demuestra claramente que aun los mecanismos darwinianos de apariencia más racional deberían ser evaluados cuidadosamente antes de aceptarlos como verdaderamente razonables. (Timothy Standish)

ECOLOGÍA: LOS CARACOLES RECHAZAN EL PRINCIPIO DE BERGMAN

HAUSDORF, B. (2003). «Latitudinal and altitudinal variation among north-west European land snail species». *Global Ecology and Biogeography* 12: 389-394.

Resumen: Por regla general, el tamaño del cuerpo de los caracoles terrestres de Europa noroccidental disminuye a medida que aumenta la latitud. Esta relación es contraria a la observada en muchos mamíferos y aves, resumida en el principio de Bergman. El principio de Bergman declara que las especies tienden a incrementar el tamaño a latitudes mayores. Un modelo similar también ha sido observado en relación con la altitud. En los Alpes no se observó ningún patrón determinado pero los individuos de una misma especie tendían a ser menores a medida que se incrementaba la altitud. La justificación del menor tamaño de las especies en la-

titudes mayores parece ser que, en esas zonas, los caracoles pertenecen, por lo general, a familias de menor tamaño, mientras que en el Sur, la mayoría pertenecen a familias cuyo tamaño corporal es mayor. Cuando se obvian los efectos de la filogenia, no se discierne ningún modelo en la talla de los caracoles terrestres.
Comentario: Los "principios" ecológicos que funcionan en algunos grupos taxonómicos pueden no ser válidos para otros. Las diferencias en el tamaño de los cuerpos de los caracoles terrestres europeos, más que deberse a la selección natural que actúa de modo paralelo sobre linajes independientes, puede reflejar factores históricos tales como el tamaño corporal del primer colono.

DUPLICACIÓN GENÉTICA:¿UNA FUENTE DE NUEVA INFORMACIÓN?

ZHANG, J. (2003).
«Evolution by gene duplication: an update».
Trends in Ecology and Evolution 18: 292-298.

Resumen: Se piensa que la duplicación génica y la subsiguiente divergencia es la fuente de la nueva información genética necesaria para incrementar la complejidad durante la evolución. La duplicación del material genético ya se observó en 1936. Se estima que la proporción de genes duplicados en el genoma de un organismo va desde un 17% en algunas bacterias hasta el 65% en la planta *Arabidopsis*. Esta es, probablemente, una subestimación porque muchos de los genes supuestamente duplicados han derivado tanto que las secuencias ya no parecen similares. La divergencia genética tiene lugar mediante la mutación aleatoria, y cuanto mayor es la longitud de las dos secuencias genéticas aisladas, mayores son sus diferencias. Una copia del gen sigue siendo funcional, mientras que la otra acumula mutaciones libremente.

Muchos genes duplicados se convierten en pseudogenes degenerados y carentes de función, si bien algunos de ellos pueden desempeñar alguna función. Los pseudogenes son abundantes; por ejemplo, los mamíferos tienen un pseudogén por cada dos genes funcionales. Algunas copias de gen pueden ser funcionales y variar muy poco. Y aún otros genes duplicados pueden perder parte de su función y especializarse, tal como se expresa en los distintos tejidos. En escasas ocasiones puede evolucionar una nueva función, como sucede con el langur duque. Este mono tiene dos copias de un gen que codifica una enzima que degrada el ARN, mientras que otros monos tienen tan solo una copia. La copia de más ayuda al langur a la hora de digerir su dieta especializada de hojas. Se piensa que la selección natural positiva es un factor importante en la creación de nuevas funciones para los genes duplicados. Los genes duplicados pueden ayudar a proporcionar redundancia funcional, lo que protege a los organismos contra los efectos potencialmente dañinos de la degeneración genética.

Comentario: Los genes pueden duplicarse pero no es tan evidente que sus copias puedan desempeñar nuevas funciones. Si la mayoría de los genes está sometida a la selección natural de modo que funcionen eficientemente, es fácil suponer que las mutaciones aleatorias acumuladas en una copia redundante de un gen tenderían a reducir su eficiencia funcional, lo que iría en contra de su selección. Esto impediría la aparición de una nueva función a partir de la evolución. Si la copia duplicada pudiese mutar de un modo que no estuviera sujeta a la selección, parece mucho más probable que se convierta en un pseudogén carente de función. Las probabilidades de que un gen duplicado de forma accidental adquiera una nueva función sin distorsionar las interacciones de otros genes parece del todo remota. La alta incidencia de pseudogenes y la tendencia a la degeneración de los sistemas genéticos en ausencia de selección natural plantea serias dudas en relación a las afirmaciones que van en el sentido de que la duplicación de genes es la fuente de nueva información genética.

GEOLOGÍA:¿LAGERSTÄTTEN DE AGUAS PROFUNDAS SOLO EN EL CÁMBRICO?

ORR, P. J.; BENTON, M. J.; BRIGGS, D. E. G. (2003). «Post-Cambrian closure of the deep-water slope-basin taphonomic window». *Geology* 31: 769-772.

Resumen: Los yacimientos en los que se encuentran fósiles de organismos de tejidos blandos excepcionalmente bien conservados (*Konservat-Lagerstätten*) están excesivamente representados en el Cámbrico y el Jurásico. La alta frecuencia de *Konservat-Lagerstätten* en el Cámbrico parece estar asociada a una relativamente baja frecuencia de la bioturbación profunda. Comparados con otros sedimentos del Paleozoico, los sedimentos cámbricos presentan un número similar de trazas fósiles, pero tienen niveles relativamente bajos de trazas dejadas por animales que se alimentan activamente. Los *Konservat-Lagerstätten* del Cámbrico se encuentran principalmente en sedimentos interpretados como de aguas profundas y su alta representación en el registro fósil puede ser debida a un reducido número de animales con alimentación activa en las comunidades fósiles del Cámbrico.

Comentario: Es posible que exista un modelo de secuencia en los entornos deposicionales en el cual las faunas excepcionales (*Konservat-Lagerstätten*) se conservan en el registro fósil. Los ejemplos cámbricos proceden en su mayoría de sedimentos que se interpretan como depósitos en pendientes continentales o en cuencas de aguas profundas; los ejemplos del Paleozoico Superior y del Triásico son mayormente sedimentos interpretados como amplias llanuras deltaicas costeras; los ejemplos del Jurásico se interpretan, mayoritariamente, como sedimentos de cuencas marinas pobres en oxígeno (Allison y Briggs, *Geology* 21, p. 527-

530). Quienes intenten establecer un modelo diluvial deberán tener en cuenta estas interpretaciones. La abundancia de *Lagerstätten* cámbricos puede sugerir que se formaron durante el diluvio del Génesis, que a su vez pudo haberse iniciado como una catástrofe en aguas profundas.

GEOLOGÍA: EXTINCIÓN EN MASA DEL DEVÓNICO VINCULADA A UN IMPACTO

ELWOOD, B. B.; BENOIST, S. L., EL HASSANI, A; WHEELER, C; CRICK, R. E. (2003). «Impact ejecta layer from the Mid-Devonian: possible connection to global mass extinctions». *Science* 300: 1.734-1.737.

Resumen: En el desierto del Anti Atlas, en Marruecos, se han descubierto pruebas de un impacto extraterrestre. Las pruebas incluyen el cuarzo de impacto, concentraciones anómalas de metales pesados, una amplia inversión negativa de isótopos del carbono y microesférulas. Este descubrimiento es de especial interés porque coincide con una extinción global masiva que puede haber destruido hasta el 40% de los géneros de los animales marinos.

Comentario: No se asocia ningún cráter de impacto con este nivel estratigráfico. A pesar del éxito de la hipótesis de un impacto en el Cretácico tardío los científicos aún no han conseguido vincular ninguna otra extinción masiva con un impacto extraterrestre. Las causas de las extinciones masivas todavía se desconocen.

GEOLOGÍA:FRAGMENTOS DE METEORITOS EN LOS LÍMITES ENTRE PÉRMICO Y TRIÁSICO

BASU, A. R.; PETAEV, M. I.; POREDA, R. J.,
JACOBSEN, S. B., BECKER, L. (2003).
«Chondritic meteorite fragments associated with the Permian-Triassic boundary in Antarctica».
Science 302: 1.388-1.392. Comentario en: *Science* 302: 1.314-1.316.

Resumen: El cambio más espectacular y de mayor alcance en el contenido fósil tiene lugar en la transición del Pérmico Superior hacia el Triásico Inferior. Se ha especulado mucho respecto de la causa de la mayor de las "extinciones masivas" y recientemente se ha centrado la discusión en un impacto extraterrestre. Esta posibilidad se ve reforzada por el descubrimiento aquí informado de docenas de fragmentos meteoríticos encontrados en los sedimentos del Pérmico Tardío de la Formación Fremouw, en Graphite Peak, en la Antártida. Junto con el cuarzo de impacto, la evidencia geoquímica también sugiere un impacto extraterrestre. Se encuentran granos de metal similares a los presentes en los sedimentos del Pérmico tardío de China y Japón. Sin embargo, la ausencia de un cráter de impacto adecuado en el nivel estratigráfico apropiado genera escepticismo en muchos científicos. Serán necesarias más pruebas para resolver la cuestión de la extinción del final del Pérmico.

Comentario: Los cambios abruptos en el contenido fósil y la abundancia en ciertos puntos del registro fósil son de difícil explicación. El término habitual 'extinción masiva', es descriptivo pero no aclaratorio. Parece que lo más plausible es que sean uno o más acontecimientos catastróficos, pero es difícil determinar qué proceso pudo destruir tantas especies enteras, así como taxones superiores, a la vez que se mantenía la diversidad de los supervi-

vientes encontrados en las capas sucesivas. Quizá el registro fósil no está compuesto por una sucesión a lo largo del tiempo de acontecimientos independientes, sino que, de algún modo, dichos acontecimientos están comprendidos en un proceso catastrófico complejo cuya comprensión todavía se nos escapa.

GEOLOGÍA: PUNTOS CALIENTES QUE SE MUEVEN EN EL PACÍFICO

TARDUNO, J. A.; DUNCAN, R. A.; SCHOLL, D. W.; COTTRELL, R. D.; STEINBERGER, B.; THORDARSON, T.; KERR, B. C.; NEAL, C. R.; FREY, F. A.; TORII, M.; CARVALLO, C. (2003).
«The Emperor Seamounts: southward motion of the Hawaiian hopot plume in Earth's mantle».
Science 301: 1.064-1.069. Comentario en:
Science 301: 1.059-1.060.

Resumen: Las islas Hawai forman una cadena que se extiende a través de la cordillera submarina de los montes Emperor que acaba cerca de la península de Kamchatka y genera una de las más famosas características topográficas del océano Pacífico. El archipiélago se ordena en dos líneas rectas de igual longitud que se encuentran en un punto. Durante tiempo se ha sostenido que los puntos calientes son afloramientos del manto cuya posición geográfica se mantiene fija; ello implica que el ángulo entre ambas cadenas de islas se originó a partir de una rápida rotación de la placa tectónica del Pacífico. Sin embargo, en la actualidad se cree que el ángulo es debido a un movimiento del punto caliente más que de la placa del Pacífico. Las muestras de roca extraídas

de algunos de los montes Emperor generan medidas paleolatitudinales que indican que estuvieron en latitudes mucho más septentrionales que la ubicación actual del punto caliente de Hawai. De confirmarse, el descubrimiento cambiará nuestra interpretación de la dinámica del manto y el movimiento de placas. Podría indicar que la rotación de la Tierra fue relativamente estable y las estimaciones de grandes variaciones ocasionadas por la deriva polar son incorrectas.

Comentario: Es difícil imaginar cuales son las causas para un cambio tan súbito en la dirección del movimiento de la placa del Pacífico en la actualidad, esta cuestión se sustituye con el problema de entender cómo un afloramiento del manto podría mantener una dirección constante y, tras un cambio, mantener otra distinta. Quizá exista algún mecanismo pendiente de descubrir que explique esas cadenas de islas.

GEOLOGÍA: TENDENCIAS EN LOS CARBONATOS

KIESSLING, W.; FLUGEL, E.; GOLONKA, J. (2003).
«Patterns of Phanerozoic carbonate platform sedimentation».
Lethaia 36: 195-226.

Resumen: Los depósitos de carbono que se dan en aguas marinas poco profundas son conocidos como plataformas de carbonatos. La observación de las características de las plataformas de carbonatos a lo largo de la columna geológica revela varias tendencias (en este estudio no se incluyen los arrecifes de coral). Entre las tendencias se incluyen el incremento de la paleolatitud inferida y la disminución de la cobertura relativa de las plataformas ecuatoriales. Las plataformas de carbonato paleozoicas eran

por lo general mucho más amplias que aquellas originadas en el Mesozoico y el Cenozoico. La composición de la plataforma también cambia a medida que se avanza en la columna geológica. En general, los carbonatos de origen microbiano y peloidal se reducen desde el Cámbrico hasta el presente. En el Carbonífero, los foraminíferos se convirtieron en importantes constituyentes de las plataformas de carbonatos. Su contribución es variable a medida que se asciende por la columna sedimentaria. Los equinodermos son importantes contribuyentes a las plataformas de carbonatos desde el Paleozoico Medio hasta el Mesozoico Medio. En el Mesozoico Superior y el Cenozoico fueron sustituidos por los moluscos. Las extinciones masivas no parecen tener efectos predecibles sobre el desarrollo de las plataformas de carbonatos.
Comentario: Los modelos de diluvio universal deben dar cuenta de las tendencias de los patrones geoquímicos y la acumulación de sedimentos junto con las sucesiones ecológicas. Las bases de datos extensas como la aquí presentada facilitarán el desarrollo de un modelo de la historia de la Tierra.

ANCESTROS HUMANOS: LA EVA MITOCONDRIAL EN DUDA

KRAYTSBERG, Y.; SCHWARTZ, M.; BROWN, T. A.; EBRALIDSE, K.; KUNZ, W. S.; CLAYTON, D. A.; VISSING, J.; KHRAPKO, K. (2004). «Recombination of human mitochondrial DNA». *Science* 304: 981.

Resumen: Hace ya tiempo se suponía que el ADN mitocondrial (ADNmt) humano se heredaba por vía exclusivamente materna y, por lo tanto, no estaba sujeto a la recombinación. Adwadalla *et. al.*,[1] basándose en un aparente desequilibrio por ligamiento en el

ADNmt humano y de los simios, pusieron en duda esta presunción. En un primer artículo Schwarts y Vissing informaron acerca de un ser humano cuyas mitocondrias procedían tanto de herencia paterna como materna.[2] En este artículo, Kraytsberg y sus colegas refutan el trabajo de Schwarts y Vissing y demuestran que la mezcla de ADNmt de origen paterno y materno de ese individuo experimentó una alta tasa de recombinación. Además, fueron capaces de mostrar que los lugares de recombinación se concentran en algunos "puntos calientes" del genoma mitocondrial.

Comentario: En 1987, Cann, Stoneking y Wilson[3] originaron una tormentosa controversia con su propuesta de que, tomando como base el hecho de que es posible vincular genealógicamente a todos los seres humanos con una única mujer, la "Eva Mitocondrial", que vivió en África hace alrededor de 200.000 años. La mayor parte de la discusión giraba entorno a cómo se analizaban sus datos, pero no parece que las críticas se hayan centrado en la presunción de la herencia materna y la ausencia de recombinación en el ADNmt. Si bien la idea de que la ciencia haya demostrado que todos los seres humanos tienen una misma hembra como ancestro proporcionó cierto alivio a los creacionistas bíblicos, que no se sentían cómodos con la fecha en la que se situaba a la "Eva Mitocondrial". De manera interesante, los paleontólogos también estaban inquietos con la datación de la "Eva Mitocondrial"; pero para ellos el problema residía en que no era tan antigua como su afirmación de que el ancestro humano más antiguo vivió hace cerca de un millón de años. Además, el bando de la evolución humana estaba dividido en dos facciones: una que creía que los seres humanos tuvieron múltiples orígenes y otra que el origen es único y se sitúa en África. Aquellos que creían en múltiples orígenes no se tomaron a la ligera las noticias acerca de que los datos moleculares apoyaban la teoría de "fuera de África".

Desde la publicación del artículo de Cann, Stoneking y Wilson, la controversia se ha centrado en la propia idea de que pudiera exis-

tir una Eva mitocondrial.[4] Kraytsberg y sus colegas han mostrado que la mayor parte de esa discusión se basaba en falsas presunciones. Una lectura atenta del artículo original de Cann, Stoneking y Wilson muestra que la presunción de la herencia materna estaba basada en trabajos llevados a cabo con vacas,[5] no seres humanos. Kraytsberg y sus colegas han dado el golpe de gracia a la segunda presunción que indica que el ADNmt humano no sufre recombinaciones. Esto pone en tela de juicio todos los artículos que informan de investigaciones llevadas a cabo bajo esta falsa presunción y sirve de advertencia a todos aquellos que una vez estuvieron extremadamente impresionados por el peso de los datos moleculares a la hora de informar de la historia humana. (Timothy Standish)

---

[1] AWADALLA, P.; EYRE-WALKER, A.; SMITH, J. M. 1999. «Linkage disequilibrium and recombination in hominid mitochondrial DNA». *Science* 286 (5449): 2.524-2.525.

[2] SCHWARTZ, M. – VISSING, J. J. (2002). «Paternal inheritance of mitochondrial DNA». *New England Journal of Medicine* 347(8, 22 agosto): 576-580.

[3] CANN, R. L.; STONEKING, M.; WILSON, A. C. (1987). «Mitochondrial DNA and human evolution». *Nature* 325: 31-36.

[4] Ver ejemplos en: (a) AYALA, F. J. (1995). «The myth of Eve: molecular biology and human origins» in *Science* 270 (5244): 1930-1.936; (b) GIBBONS, A. (1993). «Mitochondrial Eve refuses to die». *Science* 259 (5099): 1.249-1.250; (c) GIBBONS, A. (1992). «Mitochondrial Eve: wounded, but not dead yet». *Science* 257 (5072): 873-875; (d) LEWIN, R. (1987). «The unmasking of mitochondrial Eve». *Science* 238 (4823): 24-26.

[5] OLIVO, P.; VAN DE WALLE, M. J.; LAIPIS, P. G.; HAUSIRTH, W. W. (1983). «Nucleotide sequence evidence for rapid genotypic shifts in the bovine mitochondrial DNA D-loop». *Nature* 306: 400-402.

ANCESTROS HUMANOS: EL ANCESTRO COMÚN MÁS RECIENTE

RHODE, D. L. T.; OLSON, S.; CHANG, J. T. (2004). «Modelling the recent common ancestry of all living humans». *Nature* 431: 562-566.

Resumen: A medida que retrocedemos en las generaciones de los antecesores de todas las personas vivas, su número se incrementa en una sucesión exponencial de base 2. Así, cada individuo tiene 2 padres, 4 abuelos, 8 bisabuelos, etcétera. Con los descendientes de cada generación se da un fenómeno similar, aunque es más difícil de establecer un modelo ya que el número de descendientes de una pareja es difícil de predecir. Atendiendo a la progresión exponencial con que se incrementan los antecesores, si retrocedemos un número de generaciones suficiente, la cantidad de antecesores de un individuo será aproximadamente igual al número de personas vivas en ese tiempo. No obstante, en realidad hay factores de complejidad entre los cuales destaca especialmente el aparejamiento no aleatorio entre grupos. Rhode y sus colegas muestran que incluso aceptando presuposiciones razonables y la corrección de lo que se conoce como la historia de las poblaciones humanas, el antecesor común más reciente (ACMR) de todos los seres humanos vivió probablemente en un pasado relativamente reciente y muy posiblemente a partir de la época de Cristo.

Se establece una diferencia entre el antecesor común más reciente de los seres humanos y la época en que todas las personas vivas tienen exactamente el mismo número de antecesores, el punto de antecesores idénticos (AI). Este punto de AI es más antiguo que la época del ACMR. Pero, también sorprendentemente reciente de acuerdo con el modelo de Rhode y sus cole-

gas, quienes sugieren fechas sustancialmente menores que 6.000 años y posiblemente tan recientes como el 2158 a.C.

Comentario: Es posible que los resultados de este artículo se malinterpreten de modo que muestren que Adán y Eva, o Noé y su esposa, sus hijos y sus nueras vivieron en un pasado reciente. No es esa la cuestión. Sin embargo, Rhode y *et al.* sí muestran la verosimilitud de un antecesor común reciente para todos los seres humanos, y sugiere un vínculo genealógico entre todas las personas aún más estrecho de lo que se suponía. (Timothy Standish)

EVOLUCIÓN MOLECULAR: FALSO PSEUDOGÉN

HIROTSUNE, S.; YOSHIDA, N.; CHEN, A.; GARRETT, L.; SUGLYAMA, F.; TAKAHASHI, S.; YAGAMI, K-I., WYNSHAW-BORIS, A.; YOSHIKI, A. (2003). «An expressed pseudogene regulates the messenger-RNA stability of its homologous coding gene». *Nature* 423: 91-96. Comentario en: *Nature* 423: 26-27.

Resumen: Los estudios sobre anormalidades asociadas a transplantes genéticos condujeron al descubrimiento de que un pseudogén se ocupa de la regulación de su contraparte funcional. El gen Makarin 1 se encuentra en el cromosoma 6 del ratón y se cree que codifica una proteína de unión del ARN. Tiene un pseudogén denominado Makarin1-p1 en el cromosoma 5. Aleatoriamente se insertó un gen "letal para el sexo" en el ADN del ratón. En un caso en que se insertó dentro del pseudogén,

el resultado fueron anormalidades de desarrollo. El estudio detallado reveló que solo se expresa como ARN el pseudogén paterno y que estabiliza la proteína Makarin 1. Por lo tanto, la interrupción del pseudogén redujo la expresión del gen funcional con un resultado de anormalidades. Así pues, tanto el gen funcional como el pseudogén son necesarios para el desarrollo normal, y ninguno de los dos puede funcionar sin el otro. Esta es la primera vez que se identifica una función de un pseudogén. El número de pseudogenes humanos (alrededor de 20.000) es mucho mayor en comparación con los genes funcionales (de 30.000 a 50.000). Esta investigación sugiere la posibilidad de que una característica común a los pseudogenes puede ser el papel de reguladores genéticos.

Comentario: Sería irónico que los pseudogenes, que han sido postulados como una prueba contra un diseño inteligente, llegaran a sugerir pruebas a favor de un diseño proveyendo un nuevo nivel de complejidad en la regulación de los genes. No obstante, hay distintas clases de pseudogenes y no se debería aceptar que esta investigación implica que todos los pseudogenes tienen una función. En la teoría de la creación está implícita la degeneración y no debería sorprender que los genes hayan degenerado. Esta investigación debería recordarnos que debemos ser cautos a la hora de aceptar las afirmaciones de la ciencia, en especial cuando estamos tentados de extrapolar las conclusiones más allá de los datos disponibles.

EVOLUCIÓN MOLECULAR: TASAS DE MUTACIÓN Y ESTRÉS

BJEDOV, I.; TENAILLON, O.; GERARD, B.; SOUZA, V.; DENAMUR, E.; RADMAN, M.; TADDEI, F.; MATIC, I. (2003). «Stress-induced mutagenesis in bacteria». *Science* 300: 1.404-1.409. Note, *Science* 300: 1.382-1.383.

Resumen: La tasa de mutación varía con la cepa de las bacterias. Cuando en los cultivos se limita el aporte de nutrientes, la selección natural favorece aquellas cepas con una elevada tasa de mutación. Las colonias de bacterias a las que se sometió a una restricción de nutrientes experimentaron un incremento de la tasa de mutación del orden de 10 a 100 veces superior a la tasa típica. Parece que la explicación es una disminución de la actividad del sistema de reparación de errores, lo que permitiría un incremento en el número de mutaciones. Las mutaciones inducidas por estrés pueden proveer una variación genética mayor e incrementar la probabilidad de que tenga lugar una mutación favorable, de modo que se incrementen las oportunidades de supervivencia de la población.

Comentario: una tasa de mutación mayor proporcionaría una variabilidad genética mayor a la selección natural y aumentaría la posibilidad de aparición de una mutación favorable. Sin embargo, si la tasa de mutación alcanza niveles excesivos, podría ocurrir un error catastrófico que causaría el colapso de la población. Esto podría favorecer las bacterias que tuvieran la capacidad de incrementar sus tasas de mutación durante el período de tensión, aunque normalmente mantengan un nivel de mutabilidad bajo. En otros organismos también se han detectado incrementos de las tasas de mutación debidos al estrés. Esto sugiere que la variabilidad genética podría ser superior a la media mientras se den

las condiciones de estrés, como sucedería tras una catástrofe. Este efecto podría ayudar a explicar la elevada tasa de variación y especiación que debió tener lugar tras el Diluvio del Génesis.

EVOLUCIÓN MOLECULAR: ¿LA SELECCIÓN NATURAL LLEVA A LA EXTINCIÓN?

BUCKLING, A.; WILLS, M. A.; COLEGRAVE, N. (2003). «Adaptation limits diversification of experimental bacterial populations». *Science* 302: 2.107-2.109.
ELENA, S. F.; SANJUÁN, R. (2003). «Climb every mountain?». *Science* 302: 2.074-2.075.

Resumen: Las bacterias cultivadas en un medio rico en nutrientes se diversificaron en tres tipos, separados en el espacio y considerados como especializaciones con respecto al ancestro general. Se prepararon un total de seis cultivos secuenciales, seleccionando uno de los tipos especializados en cada caso y se probó la respuesta del cultivo final al medio rico en nutrientes como en el principio. Los cultivos finales fueron capaces de desplazar el ancestro tipo, con lo que demostraron que su adaptación había aumentado. Sin embargo, el número de distintos genotipos se redujo a medida que el experimento progresaba: lo que mostraba una pérdida de diversificación genética. En apariencia, la especialización se produjo a expensas de la variabilidad.
Comentario: Esto parece apoyar la sugerencia de algunos creacionistas acerca de que la selección natural puede mejorar la adaptación ante entornos específicos, pero a costa de la flexibili-

dad genética. Ello puede ser debido a la pérdida de ciertos alelos que han disminuido en valor ante ese entorno específico. Ello resultaría en una selección purificadora. Esto no requiere, ni tan solo sugiere, que se haya generado nueva información genética.

PALEONTOLOGÍA: DRAGÓN VOLADOR CHINO

XU, X.; ZHOU, Z.; WANG, X.; KUANG, X.; ZHANG, F.; DU, X. (2003). «Four-winged dinosaurs from China». *Nature* 421: 335-340.

Resumen: En China, en la provincia de Liaoning, se descubrió un dinosaurio con cuatro alas. El fósil, denominado *Microraptor*, está clasificado en la familia de los Dromaeosauridos, y se encontró en la Formación Jiufotang del Cretácico Inferior. Aunque el cráneo está en mal estado, es posible inferir que el organismo fuera un depredador. Parece que, además de las extremidades anteriores, tenía plumas en las extremidades posteriores y la cola, lo que le daba una apariencia de dinosaurio con cuatro alas y de movimientos sigilosos. Se interpreta como un posible estadio evolutivo en el desarrollo del vuelo en las aves.

Comentario: Es de destacar que el fósil da pruebas de una rica biodiversidad que no ha sobrevivido. El *Confuciusornis*, un ave de verdad, con plumas modernas, un par de alas y características de ave generales, se encuentra en la misma formación geológica. Los fósiles de cuatro alas, tal y como se pone de manifiesto en un comentario aparecido en *Science* (299, p. 491), no son ancestros de las aves modernas.

PALEONTOLOGÍA: TENDENCIAS DE DIVERSIDAD

LOCKWOOD, R. (2003).
«Abundance not linked to survival across the end-Cretaceous mass extinction: Patterns in North American bivalves»
Proceedings of the National Academy of Sciences (USA) 100: 2.478-2.482.

Resumen: La experiencia con las especies vivas indica que las especies raras tienen más posibilidades de extinguirse que las abundantes. Comprobar si este modelo se repite en el registro fósil no ha sido objeto de demasiada atención. Este artículo se refiere a un estudio de más de 100 subgéneros de bivalvos del Cretácico tardío (Maastrichtiense) y llega a la conclusión de que los subgéneros abundantes tenían tantas posibilidades de extinción como los raros. Ni la medida del cuerpo, ni el modo de conseguir alimento podían ser sospechosos de afectar a la probabilidad de supervivencia. La supervivencia a una extinción en masa debe estar controlada por factores distintos a aquellos que controlan la supervivencia en épocas menos extraordinarias.

PALEONTOLOGÍA: TENDENCIAS EN LA DIVERSIDAD E "INFLUENCIA DEL PRESENTE"

JABLONSKY, D.; ROY, K.; VALENTINE, J. W.; PRICE, R. M.; ANDERSON, P. S. (2003). «The impact of the Pull of the Recent on the history of marine diversity». *Science* 300: 1.133-1.135.

Resumen: En general, el número de géneros tiende a incrementarse a medida que se asciende en la columna geológica, y de un modo espectacular en el Cenozoico. Una explicación para el incremento en cantidad de géneros es que el recuento de los niveles superiores del registro está inflado por el conocimiento de las especies vivas que no se encuentran en el registro fósil incompleto. Esta explicación es conocida como "influencia del presente". No obstante, un estudio de los bivalvos del Plioceno y el Pleistoceno reveló que el 95% de los géneros y subgéneros vivos tienen un registro fósil en dichas eras. Por lo tanto, la "influencia del presente" no puede ser tenida en cuenta más que para el 5% de la tendencia hacia una diversidad creciente en el Cenozoico. El incremento en la diversidad parece ser real.

Comentario: Los bivalvos están bien estudiados, tanto en el registro fósil como en el medioambiente moderno. Por lo tanto, este estudio sirve como un buen indicador de la fiabilidad del registro fósil de los taxones con esqueletos duraderos. También es un recordatorio de que los modelos de biodiversidad en el registro fósil no pueden ser más ajustados que la taxonomía en la que se basan.

PALEONTOLOGÍA: TERÓPODOS CON PLUMAS

KUNDRÁT, M. (2004).
«When did theropods become feathered?
– evidence from pre-Archaeopteryx feathery appendages».
Journal of Experimental Zoology (Mol Dev Evol) 302B: 355-364.

Resumen: En 1865 Hitchcock[1] describió unas huellas asociadas a unas impresiones en la formación de Turner Falls, del Jurásico Inferior, en Massachussets. En este trabajo, Martin Kundrát reexamina esas trazas fósiles (*ichnia*) y concluye que las impresiones asociadas con las huellas fueron hechas por las plumas del abdomen de un dinosaurio terópodo. Esas "plumas" eran estructuras filamentosas distribuidas a lo largo y ancho de los pterilos, del mismo modo en que las plumas se distribuyen por el cuerpo de muchas aves modernas. La mayor parte del argumento de Kundrát reposa sobre la extrapolación de la apariencia de las plumas de los emús y los avestruces justo antes de la eclosión del huevo.

Comentario: Dado que recientemente se han encontrado pruebas de una "explosión" de aves en el Jurásico Superior y el Cretácico,[2] cualquier prueba de características típicas de las aves, en especial las plumas, merece todo interés. Por desgracia, la argumentación de Kundrát es tortuosa. Para demostrar que el organismo que produjo la impresión fue un terópodo necesita "corregir en parte" al menos uno de sus observaciones previas sobre ese fósil. Para más complicación del argumento, contradice la observación publicada por otro autor[3] y menciona plumas mojadas en ausencia de lluvia. Además, el organismo parece que ha adoptado una posición difícil de imaginar en la cual la mayoría de su

peso reposa sobre uno de sus lados: el torso estaba levantado de la tierra, así como la cola. También confía tan ciegamente en la prueba de los pollos de avestruz y emú que se acerca peligrosamente al recurso de la falacia "la ontogenia recapitula la filogenia".

Kundrát apela al modelo formulado por Prum para la evolución de las plumas[4] en el cual el segundo estadio produce un único penacho. Esos penachos serían, pues, las "plumas" que produjeron la impresión visible del fósil. Si la interpretación de Kundrát es correcta, parece necesario destacar que los pterilos de aspecto moderno ya estaban presentes junto con las "protoplumas". Dada la tortuosa naturaleza de la argumentación seguida en este artículo, no parece que estos fósiles sean una prueba que apoye el modelo de Prum o la evolución temprana de las plumas. Si la interpretación de Kundrát es correcta, presenta un problema en la escala de tiempo de la evolución de las plumas: cuanto más temprano aparecen las primeras plumas, de cualquier tipo, mayor es la dificultad para explicar su origen dado el escaso tiempo disponible para su evolución. Por otra parte, una evolución temprana de las plumas permite un tiempo de especialización de las plumas encontradas en las aves fósiles del Jurásico Superior y el Cretácico Inferior. (Timothy Standish)

---

[1] HITCHCOCK, E. 1865 (1963 reprint). *Supplement to the ichnology of New England. A report to the Government of Massachusetts*. Boston: Wright and Potter, State Printers.

[2] STANDISH, T.G. (2004). «Fossil birds». *Geoscience Reports* 37: 1-5.

[3] GIERLINSKI, G. (1997). «What type of feathers could nonavian dinosaurs have, according to an Early Jurassic ichnological evidence from Massachusetts?». *Przeglad Geologiczny* 45: 419-422.

[4] PRUM, R. (1999). «Development and evolutionary origin of feathers». *Journal of Experimental Zoology* 285: 291-306.

PALEONTOLOGÍA: ESTADOS INTERMEDIOS ESPECIALIZADOS

CLACK, J. A.; AHLBERT, P. E.; FINNEY, S. M.; DOMÍNGUEZ ALONSO, P.; ROBINSON, J.; KETCHAM, R. A. (2003). «A uniquely specialized ear in a very early tetrapod». *Nature* 425: 65-69.

Resumen: El *Ichthiostega* es un vertebrado semejante a los anfibios con algunas características intermedias entre los peces y los vertebrados terrestres. La interpretación de la morfología de su región auditiva ha sido muy difícil. La tomografía asistida por ordenador del nuevo material fósil ha revelado que su oído, a diferencia de los peces y los tetrápodos, a los que se suponía vinculado evolutivamente, estaba altamente especializado. Las branquias indican que el *Ichthyostega* era más acuático que terrestre.
Comentario: Varias especializaciones que no son transitorias entre los supuestos ancestros y descendientes evolutivos del *Ichtyostega* lo descalifican como un vínculo evolutivo. Con frecuencia, los vínculos evolutivos propuestos son o bien derivados respecto de sus supuestos descendientes, o bien una simple divergencia más que un ancestro.

FILOGENÉTICA: ¿EL ÁRBOL EVOLUTIVO SUSTITUIDO POR UNA RED?

WOLF, Y. I.; ROGOZIN, G. (2003).
«Genome trees and the tree of life».
Trends in Genetics 18: 472-479.

Resumen: Los árboles filogenéticos (evolutivos) están basados específicamente en comparaciones de secuencias de nucleótidos o aminoácidos. El ARN ribosómico (ARNr) ha sido, probablemente, la molécula más utilizada para aventurar los árboles filogenéticos, en parte a causa de la relativa facilidad con que se establece su secuencia. Sin embargo, los árboles basados en distintos genes o proteínas a menudo producen árboles conflictivos. La llegada de la genómica comparada ha añadido un nuevo grado de complejidad al esfuerzo para elaborar árboles filogenéticos y ha planteado nuevas preguntas sobre la fiabilidad de las filogenias basadas en el ARNr. La genómica comparada ha indicado una transferencia genética lateral y una pérdida genética selectiva, en especial en los procariotas. Un estudio extenso de 28 familias de proteínas concluyó que no quedaba ninguna señal filogenética fiable tras haber eliminado las transferencias horizontales probables del conjunto de datos. Parece que la genómica comparada produce resultados consistentes cuando compara especies estrechamente relacionadas y separa de modo contundente los principales reinos de organismos, pero tiene dificultades de interpretación cuando se comparan especies con diferencias intermedias. Es probable que la noción de un único Árbol de la Vida que refleje de modo fidedigno las relaciones evolutivas de todas las especies haya "desaparecido para siempre".

Comentario: El Santo Grial de la biología evolutiva es la construcción de un único árbol de la vida. Con el fin de construirlo, se ha recurrido a muchos tipos de datos así como a una metodología cada vez más sofisticada. Se ha recurrido a secuencias de aminoácidos, modelos de marcado cromosómico, secuencias de ADN y secuencias de genoma completo, pero los resultados siguen siendo contradictorios y frustrantes. Es interesante notar que los resultados consistentes se obtienen con especies estrechamente relacionadas, pero no en categorías taxonómicas más altas. Quizá sea el reflejo de la realidad: no existe un único árbol, sino un bosque que representa múltiples linajes independientes y cada uno de ellos se ha diversificado dentro de unos límites. El último patrón se adaptaría a un modelo que incluya una creación inicial con una diversificación posterior.

FILOGENÉTICA: MUCHOS GENES MEJOR QUE UNO

ROKAS, A.; WILLIAMS, B. L.; KING, N.; CARROLL, S. B. (2003). «Genome-scale approaches to resolving incongruence in molecular phylogenies». *Nature* 425: 798-804.

Resumen: A menudo se recurre a secuencias genéticas en el intento de establecer la filogenia de un grupo de especies. Es habitual que esos estudios estén plagados de filogenias conflictivas basadas en distintos genes. Este problema se solucionó seleccionando 106 genes para desarrollar una filogenia para siete especies de levaduras del género *Saccharomyces*. Los resultados mostraron que las filogenias basadas en un único gen a menudo entraban en conflicto. Y no había manera de predecir qué genes darían los resultados más aceptables. Cuando se concatenaban los 106 genes y se analizaban se conseguía un único árbol filogenético aun recu-

rriendo a tres métodos analíticos distintos. Análisis posteriores revelaron que los resultados consistentes podían ser obtenidos a partir de la concatenación de tan solo veinte genes. Este resultado debería ser probado en otros grupos de organismos.

Comentario: la incongruencia filogenética es ampliamente conocida. Este estudio englobó un grupo de especies en un único género y parece muy probable que tuvieran un ancestro común. Sin embargo, resulta difícil estar seguros de si el árbol filogenético obtenido es el real. Sería de esperar si el grupo se hubiera diversificado rápidamente desde una especie ancestral única en lugar de hacerlo de un modo gradual y secuencial. Sería interesante probar la hipótesis de que las especies con ancestros independientes podrían exhibir un nivel de incongruencia tan elevado entre distintas filogenias genéticas de modo que concatenando las secuencias no se pudiera obtener ningún resultado claro.

GENÉTICA POBLACIONAL DE LOS RATONES

PERGAMS, O. R. W.; BARNES, W. M.; NYBERG, D. (2003). «Rapid change in mouse mitochondrial DNA». *Nature* 423: 397.

Resumen: El título de este artículo induce a pensar erróneamente que no se ha documentado ningún caso de cambio en el ADN mitocondrial de los ratones estudiados, *Peromyscus leucopus*. Lo que se ha documentado es un cambio en la frecuencia de tres haplotipos de ADN mitocondrial en poblaciones de ratones del área de Chicago. Estos tres haplotipos –M, Mw y A– representan modos ligeramente distintos de codificar la misma proteína, la citocromo oxidasa II. La proteína producto del gen es idéntica en todos los casos ya que, a pesar de ser distintos, los codones usados son sinónimos.

Comentario: Si bien los datos presentados en este artículo demuestran que los haplotipos mitocondriales pueden alterar su fre-

cuencia a lo largo de un siglo, la causa queda abierta a la especulación. Los autores sugieren que el haplotipo M puede dar una ventaja en un entorno que ha experimentado un crecimiento rápido de la población humana. Puede que esto sea razonable o no, pero no se propone ningún mecanismo mediante el cual pueda darse tal circunstancia. La selección sería una explicación aceptable si los cambios en este gen de ADN mitocondrial específico produjeran proteínas polimórficas. Pero en este caso, para que interviniera la selección sería necesario que las diferencias en las secuencias de ADN mitocondrial tuvieran un impacto directo en la adaptación del individuo.

Las rápidas frecuencias de cambio en el haplotipo mitocondrial recogidas en este artículo no documentan un cambio evolutivo en las mitocondrias del *Peromyscus* en el sentido de que el propio ADN se cambie para producir mayor adaptación. Todos los haplotipos estaban presentes en especímenes recogidos tanto en grupos de más edad como en grupos más jóvenes, aunque el haplotipo Mw aparecía con una frecuencia más reducida en ambas categorías. Por lo tanto, no se generaba ninguna información genética nueva, sino que, aparentemente, una variación ya presente en las poblaciones de *Peromyscus* ha cambiado su frecuencia. La selección natural puede ser una explicación razonable si se puede proponer un mecanismo mediante el cual las secuencias de ADN incidan directamente sobre la adaptación. En ausencia de este mecanismo, también son válidas otras explicaciones tales como el efecto cuello de botella, el efecto fundador, la emigración y la inmigración. Una explicación alternativa muy tentadora puede ser la asociación oportuna del haplotipo M, de mayor éxito, con una hembra especialmente adecuada. Puesto que aparentemente los mamíferos heredan las mitocondrias por vía materna,[1] el haplotipo M puede haber partido con un conjunto de alelos nucleares más ventajoso.

[1] Ver reseña «Ancestros Humanos: la Eva Mitocondrial en duda» acerca de las pruebas sobre esta presunción.

COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS

Invitamos a nuestros lectores para que nos envíen sus comentarios sobre bibliografía actual relacionada con los orígenes. Sus contribuciones deberán ser enviadas a: ORIGINS, Geoscience Research Institute, 11060 Campus St., Loma Linda, California 92350 USA. Nuestra institución no distribuye las publicaciones comentadas. De estar interesados en ellas, los lectores deberán ponerse en contacto con el editor.

SEGUIR LA EVIDENCIA

DENYSE O'LEARY (2004). *By Design or By Chance? The Growing Controversy on the Origins of Life in the Universe.* Minneapolis (Minnesota): Augsburg Fortress, Publishers. 337 págs. ISBN: 0-8066-5177-6. $15.99.

Comentario de Henry Zuill

Denyse O'Leary es escritora profesional y su temática abarca la ciencia, la religión y la fe. Admite que antes de escribir *By Design or by Chance?*, sus convicciones sobre el darwinismo y el Diseño Inteligente (DI) aún no estaban claras. Tras concluirlo se declara "posdarwinista". Si bien acepta que se producen cambios a lo largo del tiempo, opina que el darwinismo es una explicación inadecuada.

Mientras trabajaba en *By Design or by Chance?*, O'Leary descubrió errores en aquellos puntos que muchos ven como pruebas tan firmes como la roca a favor de la evolución. Y lo que es más, acusa a los darwinistas de haberse comportado de un modo anticientífico y erróneo. Específicamente, pone al ultradarwinista Richard Dawkins en el punto de mira a causa de su retórica extrema (p. 238). A la vez que

encontró pruebas que fuerzan a adoptar la teoría del diseño, no se sorprendió en absoluto por el hecho de descubrir a los darwinistas cometiendo los mismos pecados de los que acusan a los creacionistas.

El trabajo de O'Leary es atrayente y ágil, con un léxico bien escogido, que presenta de un modo claro y diáfano los vericuetos que han seguido las teorías sobre los orígenes. Por ejemplo, cuenta la historia del bulldog de Darwin, Thomas Huxley, quien llegó a la conclusión errónea y precipitada de que el lodo de las profundidades marinas se encontraba a medio camino entre la vida y la no vida (pp. 41-42). O'Leary escribe lacónica: «Así pues, por primera vez en la historia, los colegas de Darwin habían llegado a resolver el misterio de la vida; y, por lo que luego se ha demostrado, también fue la última vez.»

By Design or by Chance? no es un libro altamente especializado aunque al mismo tiempo evita las imprecisiones inherentes a toda simplificación extrema. Llena un importante vacío porque permite que los no expertos, y también los "expertos", accedan a la información de un modo agradable. Las definiciones, las líneas temporales y las citas oportunas en notas al margen y enmarcadas, así como las abundantes notas al pie y un meticuloso índice son de ayuda para los lectores interesados aunque no iniciados. El epílogo es particularmente valioso y revela los argumentos de O'Leary y una nueva dirección en el pensamiento de un modo conciso. En apariencia la autora ha intentado de modo muy vivo que su discurso sea amable y equilibrado y desde ese punto, al final, da su asentimiento a la opción del diseño. Es probable que el lector no esté siempre de acuerdo con todo lo que lea, pero no pueden dudar de su honestidad.

O'Leary recoge una crónica del movimiento del diseño "moderno" y empieza, lógicamente, por la cosmología: despliega claramente las pruebas que sugieren el *Big Bang* y explica el descubrimiento del "principio antrópico" y el concepto de la "tierra rara", así como la controversia que con ellos se originó. Después aborda la sorprendente complejidad bioquímica de las células, que los primeros darwinistas no comprendieron (de aquí se derivó el error de Huxley referido a los lo-

dos del fondo marino), para llegar al reciente y revolucionario movimiento del DI. O'Leary indica que la vida es química y física, pero que lo más importante es la información (p. 53) y, así parece, dicha información se expande más allá de los genes. La mayoría de los biólogos tan solo empiezan a intuir las implicaciones de esta idea.

En el capítulo 15: *Is ID Good Theology? Is it Theology At All?* ("¿Es el DI una buena teología? ¿Es teología, al fin y al cabo?") O'Leary aborda las cuestiones teológicas. El DI es distinto de su antecesor, la teología natural más idealista de Paley. Cita William Dembski para explicar que el diseño real es un compromiso entre objetivos competitivos (p. 216). Se podría añadir que aun en el caso de que la creación original fuera «perfecta» ahora se habría degenerado. Estos detalles son importantes para situar correctamente el DI en el espectro de las ideas sobre los orígenes. Aunque en la naturaleza no es preciso que las cosas sean perfectas desde el punto de vista de un diseño inteligente, cita a Stephen Meyer para indicar que los sistemas diseñados inteligentemente «poseen características que activarían el reconocimiento de una causa inteligente en cualquier otro ámbito de la experiencia» (p. 210).

Los darwinistas y los evolucionistas teístas piensan que el DI es contradictorio por razones obvias. Pero otros, entre los que se encuentran los creacionistas de la tierra joven (YECs, siglas en inglés de *Young Earth Creationists*. *N. del T.*), tampoco lo tienen en gran consideración. Sin embargo, algunos seguidores de esta idea, así como de otras, se encuentran cómodos al abrigo del "gran paraguas" del DI. Una de las ideas más importantes que al parecer sostienen obstinadamente algunos YECs es que el DI no identifica específicamente al diseñador. Quienes proponen el DI son especialmente cautos: no dicen que el diseñador es Dios. O'Leary escribe: «El diseño no dice quién es su autor» (p. 207). Las pruebas empíricas dicen poco acerca de la naturaleza del diseñador y, por consiguiente, de ellas no se puede inferir que el Dios judeocristiano sea ese diseñador, a menos que se invoque la revelación. Sin embargo, en la Biblia Dios es el Diseñador por definición (p. ej., Salmo 95: 6; Isaías 40: 28). Más

que oponerse al DI, los YECs deberían aplaudirlo: por una vez la ciencia no excluye arbitrariamente a Dios. Por otra parte, algunos creacionistas de la tierra vieja reprochan al DI que no se desmarque de los YECs. Cuando se siguen pruebas empíricas no es posible complacer a todas las posiciones filosóficas.

Cuando evalúa las distintas posiciones sobre los orígenes, O'Leary es aún más dura con los darwinistas y sus seguidores, los evolucionistas teístas. De hecho, ella creyó que Charles Darwin era más digno de respeto por perder la fe al ver cómo un gato jugaba con un ratón que Ken Miller, evolucionista teísta, afirmaba que, al fin y al cabo, era un hecho carente de importancia (p. 240). –¡El sufimiento en la naturaleza sí es importante!– Por otra parte, aunque no acepte necesariamente la posición de los YECs, es mucho más amable con ellos. Escribe: «a pesar de todo, es probable que los científicos que trabajan con este empeño continúen aportando una información interesante. Los otros científicos se equivocan cuando los ridiculizan y fustigan».

El DI se ganó claramente el respeto de O'Leary: «La cuestión es el modo en que se interpretan las pruebas. La explicación más razonable es el diseño» (p. 243). Sin duda alguna, más de un darwinista se sentirá decepcionado ante esta afirmación. En el bando darwinista la única pregunta válida es "si no hay diseñador inteligente, ¿cómo consiguió la naturaleza construir algo que tiene una apariencia tan obvia de diseño?" Para ellos, la pregunta sobre si la naturaleza fue diseñada inteligentemente o no está prohibida. Sin embargo, citando a Richard Halvorson, O'Leary escribe: «La pregunta más importante para cualquier sociedad es la prohibida».

REUNIR HECHOS Y VALORES

NANCY PEARCEY (2004). *Total Truth: Liberating Christianity from Its Cultural Captivity*. Wheaton (Illinois): Crossway, 2004. 479 p. $19.97.

Comentado por Paul Giem

En *Total Truth*, Nancy Pearcey identifica una brecha existente entre los ámbitos de lo secular y lo sagrado, tan a menudo sentida y tan raras veces verbalizada. Muchos identifican los hechos con lo secular y los valores con lo sagrado. Desde este punto de vista, los hechos y la ciencia, lo secular, pertenecen a la esfera pública ya que son objetivamente ciertos. El reino subjetivo de la religión y los valores pertenece a la esfera privada y nunca debería inmiscuirse en la esfera pública. Pearcey discute la teología del proceso, el pragmatismo legal, la filosofía de la educación de Dewey y el constructivismo en la educación como un ejemplo de ámbitos en los que el secularismo ha ganado amplias áreas de la vida pública. Puesto que cada vez más y más temas se reclaman como pertenecientes al ámbito de la "ciencia" y de los "hechos", el resultado es que el mundo de la "religión" y los "valores" está quedando vacío de contenido.

Pearcey esboza la historia de este dualismo destructivo desde Platón hasta los dualismos del Romanticismo y la Ilustración, como por ejemplo el dualismo cartesiano de Kant, pasando por Tomás de Aquino. El dualismo valores-hechos ha dado origen a la ciencia moderna y a los departamentos posmodernos de las universidades.

A pesar de que han demostrado que son ideas culturalmente potentes, ninguno de esos dualismos resuelve por completo los problemas que pretenden abordar. Pearcey afirma: «Esta es la gran pérdida intelectual de nuestra era: muchos son forzados a depositar todas sus esperanzas de dignidad y sentido en un reino suprahistórico [la fe] que conciben como no cognitivo e inverificable» (p. 109).

El fundamento más importante del dualismo moderno es la imagen científica moderna de la naturaleza como algo estrictamente mecánico, resultado de un combate darwiniano y amoral por la supervivencia. Pearcey indica que las implicaciones del darwinismo acaban por destruir la autoridad de cualquier sistema ético y da ejemplos en los que los darwinistas además del aborto, excusan el infanticidio, la violación y el bestialismo. No obstante, Pearcey cita a Tom Bethell e indica que las críticas seculares de estos puntos de vista extremos «fueron desmanteladas por su concepción del mundo compartida» (p. 214).

Sin embargo, el "ácido universal" (palabras de Daniel Dennett) del darwinismo se autodestruye filosóficamente. Si la psicología evolutiva explica todos los pensamientos como producto de la evolución, y por lo tanto no necesariamente ciertos, también se explica a sí misma en los mismos términos. Nada puede defender al darwinismo de la deconstrucción posmoderna de sí mismo.

Además, la filosofía darwinista se ve forzada a explicar como ilusiones fenómenos tales como la conciencia humana, la moralidad, el altruismo, la religión e incluso el éxito de las matemáticas en la ciencia. Siguiendo a Thomas Reid, Pearcey advierte: «el propósito de la filosofía es explicar lo que conocemos a través de la experiencia directa y no contradecirlo o negarlo» (p. 312).

El enraizamiento del darwinismo en el reino de los hechos no es tan firme como para que la comunidad científica tenga una única creencia. Los argumentos lúcidamente expuestos por Pearcey resultarán conocidos para aquellos que han seguido de cerca el movimiento del Diseño Inteligente. Frente a esas dificultades con la teoría de Darwin, Pearcey cita varios darwinistas que han admitido que sus posiciones están condicionadas por las presuposiciones filosóficas Por lo tanto, el cristianismo no queda excluido automáticamente del reino de los hechos mediante un análisis de los hechos únicamente. Al contrario, es más defendible que el materialismo, tanto filosófica como experimentalmente.

Pearcey argumenta que la elección de una visión del mundo es extremadamente importante y la modernidad o la posmodernidad no de-

bería ser la opción por defecto. Observa que muchas visiones "seculares" modernas tienen una estructura religiosa (como en oposición al contenido) remarcablemente parecida a la del cristianismo. Esto es, tienen una historia que incluye una creación que resulta en un estado ideal, una caída y una redención. Por ejemplo, para Marx, la evolución darwiniana llevaba al estado del comunismo primitivo. La humanidad cayó de ese estado de inocencia a través de la creación de la propiedad privada. La redención llega a partir de la revolución proletaria y la destrucción de toda propiedad privada.

Mediante una detallada e interesante historia de la experiencia evangélica en América, Pearcey argumenta que a causa de que muchas de las explicaciones del entorno evangélico han sido, al menos en un modo larvado, antiintelectuales, el mundo evangélico ha tendido a apoyar la separación de la vida entre las esferas secular y sagrada. Aunque los evangélicos se horrorizarían de pensar que cooperan con la agenda del naturalismo, Pearcey contempla su postura como una ayuda a dicha agenda.

Total Truth incluye algunos errores menores. En un punto determinado sobre el verbo 'cultivar' recae una tensión que el mismo verbo no mantiene en relación con 'cultura'. Así mismo el islam queda relegado a un estatus próximo al hinduismo o al neoplatonismo, principalmente a causa de su concepción no trinitaria de Dios (Apéndice 2, en especial p. 387) sin darse cuenta de que dicho argumento también se aplicaría al judaísmo. Estos errores están más que compensados por la honestidad de la autora, que queda patente, especialmente, cuando apela a los dirigentes cristianos para que no priven a los autores religiosos de la recompensa de sus esfuerzos y luego, de un modo discreto, reconoce que su esposo es autor de una frase (p. 372).

Desearía afinar un poco más la tesis de Pearcey. De hecho, existe una separación parcial entre la religión y la ciencia. Una doctrina que entienda la reconciliación de Dios con el hombre o la cristología a partir de la naturaleza o incluso la historia secular parece improbable. Cuando reparo mi coche no saco la Biblia para saber qué es

preciso hacer. Sin embargo, entre los hechos y los valores no existe una separación estanca. La religión, al menos la verdadera religión, debería impregnar toda la vida y todos los pensamientos. Cualquier división debería ser natural en el sentido de que no es forzada y debería ser de esperar que tales divisiones no fuesen absolutas. Más que abogar por la completa abolición del dualismo, yo preferiría argumentar a favor del reconocimiento de una frontera permeable entre unos elementos que, por lo tanto, pueden ser integrados.

En último lugar, me gustaría llamar la atención sobre el dualismo cuerpo-alma que Pearcey, aparentemente, acepta (ver su comentario sobre el "alma inmortal" de los seres humanos en la p. 320). Este dualismo es la base del dualismo cartesiano, que tan claramente rechaza, aunque no rechace explícitamente el dualismo cuerpo-alma en sí mismo. Quizá la división entre cuerpo y alma tampoco sea tan estanca como se cree.

Total Truth es uno de los mejores argumentos contra el dualismo sagrado-secular que prevalecen en nuestra sociedad. Es digno de ser leído por quien desee integrar su visión del mundo.

APUNTES DE CIENCIA

DETECTAR EL DISEÑO EN LA NATURALEZA

Timothy G. Standish
Geoscience Research Institute

Hace ya mucho tiempo, al menos 2.000 años, que se especula sobre la existencia de vida inteligente fuera de nuestro planeta. Tito Lucrecio Caro fue uno de los primeros en proponer vida extraterrestre. Hacia el año 55 a.C. escribió:

> «Hemos de considerar, pues, de todo punto inverosímil que, si el espacio es infinito en todo sentido y los átomos en número innúmero revolotean de mil maneras en el universo sin fondo, poseídos de eterno movimiento, solo haya sido creado un cielo y un orbe de la tierra, y que fuera de ellos toda la materia esté inactiva. Sobre todo, siendo este mundo una creación natural: los mismos átomos, chocando espontáneamente y al azar, después de haberse unido de mil maneras en encuentros casuales, vanos y estériles, acertaron por fin algunos a agregarse de modo que dieran para siempre origen a estos grandes cuerpos, tierra, mar, cielo y raza de seres vivientes. Por lo cual, una vez más, fuerza es reconocer que hay en otras partes otras combinaciones de materia semejantes a este mundo que el éter ciñe con ávido abrazo.»[1]

Se cree que Lucrecio refleja los primeros pensamientos de Epicuro, quien, a su vez, parece que también creyó en la vida extraterrestre.[2]

El problema de la especulación sobre la vida extraterrestre es que si tal tipo de vida existe, es extraterrestre y es difícil de estudiar desde la Tierra. Lo mejor que podemos hacer desde nuestro observatorio privilegiado de la Tierra es buscar signos de vida en otros planetas. Dichos signos pueden clasificarse en dos categorías: 1) pruebas de que se dan las condiciones esenciales para la vida y 2) pruebas

directas de la actividad de seres vivos. No hace mucho que los datos recogidos por la nave espacial Mars Odissey, tendentes a indicar la presencia de hidrógeno sobre la superficie de Marte, generaron gran revuelo. Se cree que ese hidrógeno se encuentra en forma de moléculas de agua, y el agua es indispensable para la vida.[3] Si se encontrara agua en Marte, condición imprescindible para que se dé la vida, no obstante eso no prueba que en Marte se reúnan todas las condiciones necesarias para albergar vida.

Encontrar pruebas de vida extraterrestre puede ser más difícil que encontrar condiciones favorables para la vida; sin embargo, los científicos no han cejado en su búsqueda. Un ejemplo reciente de esto podría ser el descubrimiento de sulfuro de carbonilo en la atmósfera de Venus.[4] La producción inorgánica de sulfuro de carbonilo puede ser difícil a la vez que se conoce su producción por organismos vivos.[5] Por lo tanto, la presencia de sulfuro de carbonilo puede ser interpretada como una prueba posible de la actividad de organismos vivos.

Los indicios de vida son muy conocidos y pueden ser empleados cuando se busca vida en otros planetas. Por otra parte, buscar vida inteligente puede ser un desafío aún más difícil. Debería ser posible detectar las señales de vida inteligente del mismo modo que lo son los de la vida. Al igual que las señales de la vida, las de inteligencia pueden ser divididas en dos categorías: 1) Datos atípicos de los procesos naturales y 2) datos que se sabe que son producto de la inteligencia. En cierto sentido, la separación entre ambas categorías es artificial ya que muchos datos cuyo origen se sabe que es la inteligencia también son atípicos de los procesos naturales.

Antes de que se pueda clasificar los datos como típicos de un proceso natural, es preciso identificar los procesos naturales. En otras palabras, es preciso conocer las herramientas que emplea la naturaleza antes que establecer sus límites de actuación. La historia de la ciencia es el registro de los éxitos de la humanidad a la hora de entender cómo funciona la naturaleza. Por lo general, se sabe que la naturaleza recurre a dos herramientas: 1) Un conjunto de leyes que

gobiernan las interacciones de la materia y 2) el azar, que determina dónde, cuándo y bajo qué condiciones la materia interactúa con otra materia.

La gravedad es un ejemplo de una ley que gobierna las interacciones entre materia. En esencia es una ley sencilla que afirma que los cuerpos que tienen masa se atraen mutuamente. Pero cuando se combina con otras leyes simples la gravedad da cuenta de la aparentemente compleja interacción entre los planetas de nuestro sistema solar y de nuestro sistema solar con el resto del universo. A veces, los resultados de la acción de las sencillas leyes de la naturaleza son elegantes y ordenados. Por ejemplo, la estructura de los cristales es muy ordenada, pero surge de la relativamente sencilla interacción de cargas positivas y negativas, como el sodio cargado positivamente (Na^+) y el cloruro cargado negativamente (Cl^-) de los cristales de sal común.

La gravedad es una ley de la naturaleza impresionante y, al igual que otras leyes, puede ser empleada por seres inteligentes con propósitos específicos. Por ejemplo, los granjeros de algunas zonas de Inglaterra han retirado las rocas de sus campos y las han amontonado en forma de muros secos que ahora dividen la mayor parte del campo británico formando un escaqueado de parcelas cultivadas. Esas paredes sirven para importantes finalidades, incluida la delineación de las propiedades y la separación entre pastos y campos de cultivo.[6] Esta función se ve facilitada por la gravedad, que impide que las rocas floten en el ambiente, pero la gravedad no es la causa de tal propósito. La observación pone en evidencia que la gravedad mantuvo las mismas rocas en su lugar en medio del campo antes de que los granjeros las manipularan. Fue preciso el esfuerzo dirigido por la inteligencia de los granjeros para que las rocas se movieran y se alienaran de modo que ahora tengan una función y un propósito. Si se contemplan desde el espacio, esos muros de piedras sugieren inmediatamente la presencia de un diseño inteligente puesto que no se sabe que la naturaleza amontone y alinee las piedras en largas hileras como sucede con los muros secos. Además, el propósito es evi-

dente y, por lo tanto, es lógico inferir una inteligencia a partir de la presencia de tales muros. Los muros de piedra del nordeste de los Estados Unidos o el sureste de Australia también sugieren causas inteligentes: no importa la ubicación de los muros. El diseño inteligente viene sugerido por la presencia de un propósito y la ausencia de causas naturales conocidas.

De modo parecido a los muros de piedra, los canales también pueden exhibir características de objetos diseñados por una inteligencia: estructuras cuya causa natural se desconoce y con alguna suerte de propósito. La red de canales que surca el Reino Unido muestra esas características. Estructuralmente, tienden a ser rectos o, a lo sumo, desviarse ligeramente. Las esclusas, una estructura claramente no natural, controlan el movimiento del agua del sistema. Un mapa del sistema de canales revela que unen centros de población; lo que sugiere el propósito de construirlos como grandes rutas de transporte de materiales. El gran astrónomo Percival Lowell, que creyó ver canales en Marte, interpretó inmediatamente que su presencia era un indicador de vida. Cuando los telescopios más desarrollados revelaron características únicamente debidas a la naturaleza, la mayoría abandonó la teoría de vida en Marte propuesta por Lowell.[7]

Lowell no llegó a la conclusión de que en Marte había existido vida por ser un mal científico; el error residía en los pobres datos de que disponía. Lo que Lowell pensó que veía eran estructuras que funcionaban (moviendo o reteniendo el agua) como parte de un sistema más amplio. Para funcionar en el sistema mayor, cada canal se amoldaba a criterios específicos. Por ejemplo, tenían que conectarse con otros canales y ser lo suficientemente amplios para retener o conducir cantidades significativas de líquido. En otras palabras, las estructuras que Lowell pensó que veía en Marte tenían un propósito obvio y no era probable que fuesen el producto del azar y las leyes naturales. Por lo tanto, llegó a la conclusión de que tenían que haber sido diseñados por marcianos inteligentes. Inferir un diseño a partir de un propósito es lógico y cae de lleno en el ámbito de la ciencia. La ciencia forense y la arqueología lo hacen de manera rutinaria. Los da-

tos se recogen y se examinan. Si indican las características de un diseño inteligente, es lógico pensar que exista algún agente inteligente. Por ejemplo, cuando se descubren puntas de flecha de sílex, se interpreta que son el producto de algún ser inteligente y no de la naturaleza o cualquier tipo de magia. En la búsqueda de vida inteligente, los científicos, de manera rutinaria, buscan modelos distintos de aquellos que produce la naturaleza además de un propósito. Cuando la *Search for ExtraTerrestrial Intelligence* (SETI, Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre) filtra las señales de radio procedentes del espacio para buscar modelos que reflejen inteligencia[8] recurre a ese mismo tipo de lógica.

Así como se han establecido los principios para detectar un diseño inteligente, también se han fijado aquellos que permiten detectar vida. Además, los científicos recurren a ellos de un modo rutinario para detectar la actividad de seres inteligentes, tanto en el presente como en el pasado. Sin embargo, aquellos que buscan un diseño en la naturaleza corren el peligro de caer en una trampa semántica. El problema surge cuando intentamos delinear la frontera entre lo natural y lo artificial. Definir la naturaleza como el producto de causas naturales y los objetos artificiales, por ejemplo los muros de piedra, como el producto de causas inteligentes es, en apariencia, lógico. Considerar la naturaleza, definida como un producto de causas naturales, y estudiarla para determinar si es el producto de un diseño inteligente parece extremadamente disparatado ya que, por definición, es natural y no artificial. Es evidente que debemos establecer una nueva batería de criterios para permitir la diferenciación entre los productos de las leyes naturales y el diseño inteligente.

Esto nos retrotrae a los muros de piedra seca mencionados más arriba. Los muros operan (son funcionales) como resultado de al menos una ley natural –la gravedad– pero deben su existencia a un diseño inteligente. ¿Es posible que los seres vivos formen parte de la naturaleza si funcionan del mismo modo, es decir, son el resultado de un proceso que involucra un diseño inteligente a la vez que funcionan de acuerdo con las leyes naturales? Una manera de abordar

las preguntas de este tipo es definir sencillamente la vida como algo natural y exigir que se recurra tan solo a explicaciones naturales. Ejemplo de ello podría ser: «El conocimiento científico se limita a las explicaciones naturales para fenómenos naturales basados en las pruebas que nos proporcionan nuestros sentidos o nuestras extensiones tecnológicas».[9] Pero esto genera una especie de razonamiento circular en el cual los fenómenos parecidos a la vida, si se consideran naturales, solo pueden ser explicados como el resultado de las fuerzas naturales y el azar y, por lo tanto, las fuerzas naturales y el azar deben bastar para explicar todos los fenómenos naturales, parezcan razonables o no.

¿Qué sucedería si un científico ya no supiera que los muros de piedra seca son el resultado de una acción inteligente? Se encuentran por todas partes en las Islas Británicas y en muchos otros lugares; en muchos casos desconocemos quién decidió su construcción y cuándo se llevó a cabo. ¿Qué sucedería si los muros se clasificaran erróneamente como un elemento natural más del paisaje inglés? Una vez que fueran clasificados como naturales, solo se admitiría una explicación natural para su origen y si las explicaciones naturales son, por definición, suficientes para dar cuenta de todo en la naturaleza, deberían bastar para explicar el origen de los muros. Una vez que se clasifican como "naturales", ni tan siquiera puede existir un modo de demostrar que los muros de piedra seca son el producto del esfuerzo inteligente de generaciones de granjeros. Restringir la ciencia a las explicaciones naturales crea una expectativa razonable de que atribuya propiedades a la naturaleza de las que, en realidad, la naturaleza puede carecer; y el fenómeno clasificado erróneamente como natural seguirá siendo clasificado equivocadamente, por más que cambie nuestra comprensión del funcionamiento de la naturaleza.

El único modo en que la ciencia puede determinar si los muros de piedra seca son el producto de procesos naturales o inteligentes es admitiendo la posibilidad de que unos seres inteligentes intervinieran en su construcción. Una vez se han admitido las causas inteligentes, la ciencia puede evaluar las pruebas, determinar si los muros cum-

plen o no los criterios de un diseño inteligente y sacar conclusiones lógicas. Si no se admite la posibilidad de que intervenga la inteligencia, la ciencia del estudio de los muros se convierte en dogmática. Lo mismo se aplica cuando se estudia la vida u otros fenómenos.

Si se debe determinar si la vida es producto de causas inteligentes o naturales, no podemos rechazar la posibilidad de un diseño inteligente antes de empezar la investigación. Pero con esto surge de nuevo el problema de lo natural contra lo artificial. Si la naturaleza no es natural, difícilmente puede ser la naturaleza. Por otra parte, aun los mecanismos artificiales, tales como las máquinas, funcionan de acuerdo con las leyes naturales, no gracias a la magia. Una vez construidos, los muros de piedra seca son tan naturales como cualquier otro montón de piedras: lo que les hace perder su característica de naturales es el hecho de que hay algo más allá de las acciones normales y mecánicas de la naturaleza que es responsable de la alineación de la piedras. Una manera de abordar esta cuestión es aceptar que algo externo a la naturaleza ha actuado sobre ella en algún momento. Esto evita que el azar limite las respuestas posibles antes de preguntarnos acerca de un diseño inteligente de la naturaleza. Aplicado a los sistemas vivos esto significaría que una inteligencia externa a la naturaleza los podría haber traído a la existencia; es decir, algo sobrenatural.

¿Por qué unos seres inteligentes tan naturales como los humanos tienen que ser excluidos como la fuente última del diseño en la naturaleza?[10] El problema con esta explicación es que se descarta sin que, de hecho, antes se haya planteado. Los humanos, que se sepa, son los seres más inteligentes, y exhiben características de un diseño inteligente. Si la inteligencia humana depende de un diseño inteligente, cuesta admitir que la inteligencia de otras criaturas no dependa de una causa inteligente. En última instancia, la inteligencia fuera de la naturaleza es necesaria para explicar un diseño inteligente de la naturaleza. Así como se requiere algo que esté fuera de los elementos y las leyes que gobiernan su interacción para explicar la alineación inteligente de las piedras en un muro, en la naturaleza, la in-

teligencia que depende de un diseño inteligente necesita de una causa inteligente última fuera de la naturaleza. ¿Quién o qué es la causa de esa inteligencia sobrenatural? Mientras vivamos en un mundo natural, es probable que no tengamos ninguna base para investigar esta cuestión; pero esta no es ninguna razón lógica para excluir la posibilidad de que exista una inteligencia sobrenatural.

Para determinar si se puede inferir un diseño inteligente a partir de los datos disponibles en la naturaleza hemos establecido la necesidad de aceptar la posibilidad de una inteligencia exterior a ella y el desarrollo de los criterios para discernir entre las causas inteligentes y naturales. En última instancia, esto es cierto, tanto en el caso de que el diseño inteligente sea evidente en la naturaleza como que no lo sea. La historia del pensamiento evolucionista ilustra esta necesidad. Por ejemplo, Lucrecio argumentó: «El mundo no ha sido creado para nosotros por obra divina; tan grandes defectos lo afean».[11]

Para argumentar contra un origen sobrenatural del universo, en primer lugar, Lucrecio debe aceptar que lo sobrenatural puede ser discutido y luego demostrar que los criterios que ha seguido (p. ej., que cualquier imperfección excluye la intervención sobrenatural) son lógicos, razonables y novedosos. El argumento de las imperfecciones usado por Lucrecio ha sido retomado varias veces por autores contemporáneos. Por ejemplo, cuando argumentaba contra una intervención sobrenatural en la creación de la vida, Stephen J. Gould escribió: «La imperfección gana la batalla [sobre la creación divina] para la evolución».[12]

La importancia reside no en los criterios empleados para excluir lo sobrenatural, sino que la participación de lo sobrenatural en el origen de la vida pueda ser discutida lógicamente sobre la base de los fenómenos naturales. Esos ejemplos demuestran la necesidad de incluir lo sobrenatural o divino como una posibilidad si se debe investigar la presencia del diseño –específicamente del diseño inteligente– o su ausencia en la naturaleza. No parece razonable restringir la investigación de la actuación sobrenatural en el origen de la vida a una

única respuesta posible antes de que la pregunta sea respondida. Lucrecio y Gould demuestran que la discusión del diseño inteligente en la naturaleza se ha prolongado desde los tiempos antiguos hasta nuestros días.

El filósofo y matemático William Dembski ha establecido los criterios más arriba enumerados para determinar si la inteligencia estuvo presente en la producción de fenómenos específicos.[13] Dembski evita el término 'propósito' ya que puede requerir que el observador penetre la mente del diseñador. En su lugar recurre a los términos 'especificidad' y 'probabilidad'. La especificación se refiere a los modelos que satisfacen ciertas condiciones logicomatemáticas precisas incluidos los fenómenos que varían de modo independiente pero que, al mismo tiempo, operan juntas con tolerancias muy ajustadas. Por ejemplo, los cilindros y los pistones de un motor de combustión interna muestran una especificidad porque la aleación de la que están fabricados puede ser fundida en casi cualquier forma imaginable pero se acoplan de tal modo que el motor funciona. No hay ninguna ley natural que obligue a la aleación para que adopte la forma de cilindros o pistones o dicte que deben adaptarse mutuamente con una tolerancia de varios micrómetros. Por eso, la probabilidad de que la naturaleza produzca pistones y cilindros que se acoplan correctamente es muy reducida. Los pistones y los cilindros se adaptan unos a otros porque unos ingenieros inteligentes los diseñaron para ello; es evidente que no son producto del azar y las leyes naturales.

A juzgar por las apariencias, una buena parte de la naturaleza presenta características de un diseño inteligente, ya sea afirmado informalmente como un propósito aparente o de un modo más formal como una especificidad y la reducida probabilidad de que se dé espontáneamente. Muchos biólogos han advertido esta aparente intencionalidad. Por ejemplo, George Gaylord Simpson –uno de los padres del neodarwinismo–, escribió:

> «Esta apariencia de propósito impregna la naturaleza, la estructura general de los animales y las plantas, los mecanis-

> mos de sus variados órganos y el intercambio de las relaciones de unos con los otros. Explicar este aparente propósito es el problema básico de cualquier sistema filosófico o científico.»[14]

Esta apariencia de propósito es especialmente verdadera en la vida en el nivel molecular y el lenguaje del diseño es usado con frecuencia para describir las máquinas moleculares y la información. Tras la publicación del genoma humano, Gene Mayers, diseñador del software empleado en el proyecto, no dudó en usar el lenguaje del diseño para describir lo que habían descubierto:

> «Lo que realmente me fascina es la arquitectura de la vida. [...] El sistema es extremadamente complejo, como si hubiera sido diseñado. [...] En él se encuentra una gran inteligencia. No lo percibo como algo fuera de la ciencia. Otros quizá sí lo perciban, pero yo no.»[15]

Una de las críticas dirigidas a aquellos que pretenden ver un diseño en la naturaleza es que no están cualificados para reconocerlo, pero en el caso de Gene Mayers este argumento no es aplicable. Como diseñador de software está en una posición que le permite reconocer claramente cualquier diseño. Su compromiso con el Proyecto Genoma Humano lo cualifica para discutir la información del genoma. Por lo general, los biólogos están menos cualificados para reconocer el diseño y aun así pueden sospechar intuitivamente que el objeto de su estudio ha sido diseñado. Francis Crick, ganador del premio Nobel por ser el codescubridor de la estructura en doble hélice del ADN, advirtió: «Los biólogos no deben olvidar nunca que lo que ven no fue diseñado, sino que evolucionó.»[16]

¿Por qué los biólogos no pueden llegar a la conclusión de que el objeto de su estudio fue diseñado? Si se puede aceptar que algo tan sencillo como un muro de piedra seca es producto de un diseño inteligente, ¿por qué algo tan complejo como el genoma humano, o una

simple célula, o incluso las máquinas moleculares que la conforman, no puede ser visto como el resultado de un diseño?

Stephen Pinker, profesor de psicología del Massachussets Institute of Technology da la respuesta a estas preguntas cuando escribe:

> «Nuestra conclusión se basa en dos hechos que deberíamos tener como completamente exentos de controversia: el lenguaje presenta signos de un diseño complejo para la comunicación de estructuras proposicionales y la única explicación para el origen de los órganos con un diseño complicado es el proceso de selección natural.»[27]

Pinker reconoce los signos del diseño en el leguaje pero solo admite una explicación, se refiere a la ley de la selección natural. Como otras leyes, la selección natural es un fenómeno que puede ser estudiado en la naturaleza y por ello se puede deducir su papel en la producción y el mantenimiento de los fenómenos naturales. Cuando hablábamos de la ley de la gravedad y los muros de piedra seca, quedaba claro que la gravedad no podía explicar la producción de los muros, aunque actúa cuando los mantiene e impide que las piedras floten por el espacio. En un sentido general, es posible que las leyes sean reales e intervengan en el mantenimiento de las estructuras aunque no puedan explicar el origen de las mismas. Pinker atribuye el origen del lenguaje, una actividad de los seres vivos, a la selección natural. ¿Es posible, en un sentido general, que la selección natural pueda explicar la información y las máquinas encontradas en el nivel molecular de los organismos?

Charles Darwin sugirió que la selección natural es suficiente si se dan ciertos criterios: «Si se pudiera demostrar la existencia de algún órgano complejo que probablemente no se debiera a una sucesión de numerosas y ligeras modificaciones, mi teoría se vendría abajo.»[18]

Darwin limitó el funcionamiento de la selección natural a pasos muy pequeños. Ello se debe a lo siguiente: por una parte, un carácter

para ser seleccionado debe incrementar la adaptación; por otra parte, la probabilidad de que dicha adaptación se vea incrementada por grandes cambios es muy reducida. Michael Behe ha discutido largamente las implicaciones de esta limitación.[19] El requisito de que todos los componentes vitales de los sistemas vivos evolucionen a pasos pequeños y la necesidad de que cada paso favorezca la adaptación si se expande por las poblaciones establece límites importantes a los logros de la selección natural. Para determinar si los sistemas encontrados en los seres vivos son potencialmente el producto de causas naturales –la ley de la selección natural combinada con acontecimientos aleatorios– requiere que las moléculas que componen los seres vivos se deban a las leyes naturales.

Determinar esto es un desafío. Una de las dificultades a afrontar es la selección de las moléculas cuyo examen responda a la pregunta. La mayoría de los organismos se componen, primordialmente, de agua, y el agua es un claro producto de las leyes naturales. No se requiere vida para que se produzca agua, el oxígeno reacciona espontáneamente con el hidrógeno y la produce. Las proteínas son claramente esenciales para la vida pero se componen de aminoácidos. Ya en 1953,[20] Stanley Miller y Harold Urey llevaron a cabo experimentos que demostraron que algunos aminoácidos se pueden producir independientemente de cualquier intervención inteligente (si bien era evidente que la máquina que usaron para fabricarlos era un dispositivo hábilmente construido). Las leyes naturales y el azar bastan para producir algunos aminoácidos. Incluso puede ser posible unir aminoácidos en condiciones abióticas, cosa que ha sido demostrada en un modo muy limitado.[21] Ninguno de los enlaces que mantienen los distintos átomos unidos en la molécula de proteína es distinto a aquellos que se encuentran en los sistemas no vivos. Lo que caracteriza a los sistemas vivos es la disposición de los aminoácidos en las proteínas. El orden de los aminoácidos, combinado con máquinas especiales de empaquetamiento de proteínas determina, en última instancia, la forma compleja y específica para que las proteínas desempeñen su propósito funcional. En otras palabras, la naturaleza pue-

de explicar todas las leyes naturales que mantienen unidas las proteínas. Sin embargo, las leyes químicas naturales no explican las secuencias específicas en las cuales se unen los aminoácidos. Una vez más se aplica la analogía del muro de piedra seca. Las leyes naturales no dan cuenta del origen del muro.

¿Puede la selección natural explicar la secuencia de aminoácidos de una proteína? Esta es la afirmación específica de todos aquellos que creen que el diseño inteligente no es evidente en los seres vivos. En el mejor de los casos, las leyes de la química solo parecen capaces de unir aminoácidos pero no con un orden con significado biológico. Ese significado implica o bien un diseño inteligente o una suerte increíble. Una vez que una proteína tiene un propósito funcional, y forma parte de un sistema que se reproduce, es posible que pequeños cambios aleatorios en la secuencia de aminoácidos de la proteína, junto con la selección natural de aquellos cambios que mejoren la adaptación, mejoren esa función. La pregunta es: ¿son necesarias "ligeras modificaciones" tal como sugirió Darwin?

La respuesta a esta pregunta es no. Ello es a causa de que muchas proteínas vitales para la vida no funcionan por sí mismas. Por lo general, las proteínas funcionan en combinación con otras proteínas. La proteína gliceraldehido-3-fosfato deshidrogenasa (G3P deshidrogenasa) ilustra este punto. La G3P deshidrogenasa es una enzima que funciona como una parte del proceso bioquímico glicolítico, una cadena de ensamblaje que rompe el azúcar y libera energía. Todas las células tienen este proceso glicolítico. El proceso consta de 10 pasos y la G3P deshidrogenasa interviene en el paso 6. En ausencia de los otros pasos, la G3P deshidrogenasa seguiría siendo una proteína de complejidad impresionante, pero no serviría para ningún propósito si no tuviera ningún substrato sobre el que trabajar y los productos de la reacción química que cataliza no tendrían ninguna utilidad. Si no tuviera ningún propósito, la selección natural no sería capaz de actuar con ligeras modificaciones sobre la G3P deshidrogenasa puesto que las modificaciones también carecerían de sentido y, por lo tanto, no contribuirían en ningún modo a la adaptación ya que cualquier modificación que me-

jore la función podría incrementar la adaptación pero es preciso que la función exista para que la selección entre en juego.

Obtener la G3P deshidrogenasa mediante combinaciones aleatorias de aminoácidos es una proposición descabellada.[22] Producir la totalidad de las 10 enzimas que componen el proceso glicolítico en el cual interviene la G3P deshidrogenasa no es una ligera modificación, es un salto de gigante que se desconoce en la naturaleza. En pocas palabras, la G3P deshidrogenasa es un ejemplo entre los miles que demuestran que la selección natural combinada con el azar es incapaz de producir seres vivos. La selección natural puede ser una importante ley de la naturaleza que mantiene los organismos durante largos períodos de tiempo; pero, así como la gravedad no puede construir un muro de piedra seca, la selección natural no puede generar proteínas funcionales que sean vitales para la existencia de los seres vivos.

Las proteínas nucleares de los sistemas vivos no parecen ser el resultado de las leyes naturales conocidas. Este era uno de los criterios para detectar los productos de un diseño inteligente más arriba establecidos. El otro criterio era que los datos examinados se ajustaran al modelo de aquello conocido que es el producto de la inteligencia. En el caso de la G3P deshidrogenasa esta propiedad también es evidente. Se sabe que la inteligencia produce secuencias ordenadas con un propósito en otras circunstancias distintas de las proteínas. Por ejemplo, los seres humanos inteligentes ordenan las letras en secuencias específicas con el propósito de transmitir un significado. El significado es el propósito de ordenar letras en palabras, tal como la función es el propósito de ordenar aminoácidos en proteínas. No se sabe que la naturaleza produzca secuencias ordenadas de letras, o productos químicos, con significado; pero se sabe que la inteligencia ordena cosas de modo que signifiquen algo. Por lo tanto, el orden funcional de los aminoácidos de la G3P deshidrogenasa se puede explicar lógicamente a través de algún diseño inteligente que se sirva de las leyes por las que los productos químicos interactúan con el propósito último de crear partes funcionales de las complejas uniones de máquinas que componen los sistemas vivos. Las leyes físicas permiten que las proteínas funcionen,

pero el diseño inteligente da cuenta de su origen. En el nivel molecular encontramos muchos ejemplos de diseño inteligente, poro no es solo a ese nivel que la vida presenta un propósito. Tal como Sir Julian Huxley, uno de los padres del moderno darwinismo, escribió:

> «A primera vista, el sector biológico parece que tiene un propósito. Los organismos están construidos como si su diseño tuviera un gran propósito y funcionan como si estuvieran en una búsqueda de un deseo consciente. Pero la verdad reside en estas dos palabras 'como si'. Tal como el genio de Darwin mostró, el propósito es solo aparente.»[33]

El propósito, el marchamo de un diseño inteligente, es evidente en muchos niveles de la naturaleza. Huxley escribió cuando nuestra comprensión de la composición molecular de las células era, a lo sumo, superficial. Ahora que conocemos mejor el funcionamiento molecular de las células, se ha hecho obvia la inadecuación de la explicación naturalista de Darwin. Nos deja sin ninguna explicación natural positiva para lo que vemos en los seres vivos y un argumento positivo a favor del diseño en la naturaleza. En resumen, si se acepta un Diseñador Inteligente sobrenatural como una causa potencial para la vida, el diseño inteligente puede ser estudiado en la naturaleza y, de hecho, es evidente.

NOTAS

[1] TITO LUCRECIO CARO. *De la naturaleza*, Libro II, 1.052-1.066. Traducida y revisada por VALENTÍ, E. 1983. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Colección hispánica de autores griegos y latinos), pp. 107-108.

[2] Por desgracia, la mayoría de los escritos de Epicuro se han perdido. La mejor fuente disponible es probablemente el libro 10 de *Philosophoi Biol* (Vidas de filósofos eminentes) de Diógenes Laercio, escrito hacia el 230 d.C. en este libro, Laercio reproduce varias obras de Epicuro, incluidas las cartas a Herodoto y Pitocles en las cuales parece inferir la presencia de otros mundos.

[3] BOYNTON, W. V. ; FELDMAN, W. C.; SQUYRES, S. W.; PRETTYMAN, T. H.; BRUCKNER, J.; EVANS, L. G.; REEDY, R. C.; STARR, R.; ARNOLD, J. R.; DRAKE, D. M.; ENGLERT, P. A.; METZGER, A. E.; MITROFANOV, I.; TROMBKA, J. I.; D'USTON, C.; WANKE, H.; GASNAULT, O.; HAMARA, D. K.; JANES, D. M.; MARCIALIS, R. L.; MAURICE, S.; MIKHEEVA, I.; TAYLOR, G. J.; TOKAR, R.; SHINOHARA, C. (2002). «Distribution of hydrogen in the near surface of Mars: evidence for subsurface ice deposits». *Science* 297 (5.578): 81-85.

[4] SCHULZE-MAKUCH, D.; IRWIN, L. N. (2002) «Reassessing the possibility of life on Venus: proposal for an astrobiology mission». *Astrobiology* 2 (2): 197-202.

[5] No parece que haya un acuerdo general sobre la dificultad de producir sulfuro de carbonilo. Ver, por ejemplo. LEMAN, L.; ORGEL, L.; GHADIRI, M. R. (2004). «Carbonyl sulfide-mediated prebiotic formation of peptides». *Science* 306 (5.694): 283-286.

[6] HOOKER, J. (1995). «Stone walls in Western Victoria». En: *If These Walls Could Talk, a report or the Corangamite Dry Stone Walls Project*. Corangamite Arts Council, p. 61.

[7] El texto del libro de Lowell titulado *Mars* está disponible en http://www.bibliomania.com/2/1/69/116/frameset.html [Consulta: 5 mayo 2005].

[8] La mejor fuente de información sobre SETI es el sitio web de SETI en http://www.seti.org/ [Consulta: 5 mayo 2005]. La estrategia de SETI para detectar inteligencia extraterrestre está esbozada en EKERS, R.; CULLERS, K.; BILLINGHAM, J.; SCHEFFER, L. (2002). *SETI 2020: a roadmap for the search for extraterrestrial intelligence*. Mountain View (California): SETI Press.

[9] Esta definición procede de la propuesta por la Ohio State Science Standards 2001 titulada *Scientific Ways of Knowing*, Grade 10, Indicator 3. En los estándares finales votados se cambió este estándar para llegar a la neutralidad en las explicaciones científicas.

[10] A veces esta teoría recibe el nombre de la "panespermia dirigida". Se puede encontrar un ejemplo de los argumentos a favor de esta teoría en CRICK, F. (1981). *Life itself*. Riverside (Nueva Jersey): Simon & Schuster.

[11] Mi propia interpretación de «*Nequaquam nobis divinitus esse paratam naturam rerum: tanta stat praedita culpa*» Tito Lucrecio Caro. Ver nota 1.

[12] GOULD, S. J. (1980) *The panda's thumb: more reflections on natural history*. Nueva York: W. W. Norton, p. 37. [*El pulgar del panda: Ensayos sobre evolución*. Barcelona: Ediciones Orbis, 1986, p. 37. (Biblioteca de Divulgación Científica Muy Interesante)]

[13] Probablemente el resumen más conciso y accesible del pensamiento de Dembski está contenido en (a) DEMBSKI, W. A. (1998). «Redesigning science». En: DEMBSKI, W. A. (ed.). *Mere Creation*. Downers Grove (Illinois): InterVarsity, pp. 93-112. Se puede encontrar discusiones más detalladas en (b) 1999. *Intelligent Design: the bridge between science and theology*. Downers

Grove (Illinois): InterVarsity Press; (c) 1998. *The design inference: eliminating chance through small probabilities* (Cambridge Studies in Probability, Induction and Decision Theory). Nueva York: Cambridge University; (d) 2001. *Signs of intelligence: understanding Intelligent Design*. Grand Rapids (Michigan): Brazos; (e) 2001. *No free lunch: why specified complexity cannot be purchased without intelligence*. Lanham (Maryland): Rowman & Littlefield.

[14] SIMPSON G. G. (1947). «Plan and purpose in nature». *Scientific Monthly* 64: 481-495; reimpresión: SIMPSON G. G. 1964. *This view of life: the world of an evolutionist*. Nueva York: Harcourt, Brace & World, p. 191.

[15] Gene Myers, diseñador del software para reconstruir el genoma humano a partir de fragmentos secuenciados en Celera Corp. Citado en: ABATE, T. (2001). «Human genome map has scientists talking about the divine: surprisingly low number of genes raises big questions» *San Francisco Chronicle* (19 febrero 2001). http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?file=/chronicle/archive/2001/02/19/BU141026.DTL [Consulta: 5 mayo 2005]

[16] CRICK, F. H. C. (1988). *What mad pursuit: a personal view of scientific discovery*. Londres: Penguin, p. 138.

[17] PINKER S.; BLOOM, P. (1990). «Natural language and natural selection. Behavioral and Brain». *Sciences* 13: 707-784.

[18] DARWIN, C. R. (1958). *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Nueva York: Penguin Books, p. 171. [*El origen de las especies*. Madrid: EDAF, 1989, p. 199.]

[19] BEHE, M. (1996). *Darwin's black box: the biochemical challenge to evolution*. Nueva York: Free Press,

[20] MILLER, S. L. «Production of amino acids under possible primitive earth conditions». *Science* 117: 528-529.

[21] IMAI, E.; HONDA, H.; HATORI, K.; BRACK, A.; MATSUNO, K. (1999). «Elongation of oligopeptides in a simulated submarine hydrothermal system». *Science* 283: 831-833.

[22] Determinar la probabilidad de producir una proteína determinada en condiciones prebióticas sobre la tierra recurriendo tan solo al azar y a las leyes de la naturaleza es imposible en la actualidad. Esto es así porque se desconocen las variables –concentraciones relativas de aminoácidos, condiciones para la producción de enlaces entre aminoácidos, etcétera– necesarias para insertar en cualquier cálculo. Es posible estimar la probabilidad si se establecen ciertas presunciones. El *Micoplasma genitalium* se encuentra entre los seres vivos más simples conocidos. En el caso de su G3P deshidrogenasa hay 337 aminoácidos precisamente ordenados. Aceptar que existen las condiciones en las cuales las largas cadenas de aminoácidos se forman y que los aminoácidos se incorporan tanto al azar como con una probabilidad igual, la probabilidad de generar G3P de *Micoplasma* sería de $(1/20)^{337}$, lo que equivale a $3{,}5 \times 10^{-439}$, prácticamente cero.

[23] HUXLEY, J. S. (1953). *Evolution in action*. Harmondsworth (Middlesex, Reino Unido): Penguin (1963 reimpresión), p. 16.